



II CONGRESO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos
Universidad Politécnica de Madrid**

Madrid, 5, 6 y 7 de mayo de 2009



COMITÉ ORGANIZADOR

Presidenta

Pilar García Rebollar

Secretaria

M^a Ángeles Pérez Cabal

Vocales

Augusto Arce Martínez

M^a Jesús Callejo González

Victoria Carbonell Padrino

Carmen González Chamorro

Rosario Haro Hidalgo

Carlos G. Hernández Díaz-Ambrona

Eva Iglesias Martínez

José Luis Marco Gutiérrez

M^a Ángeles Mendiola Ubillos

M^a Jesús Villamide Díaz



Editorial

Ya ha pasado un año y, tras el éxito obtenido en la primera edición, comenzamos con la misma ilusión o más si cabe, el II Congreso de Estudiantes de Ciencia, Tecnología e Ingeniería Agronómica.

Ante el nuevo marco educativo, este Congreso es una estupenda manera de cumplir los objetivos docentes y las competencias generales y transversales de los Planes de Estudio que se están aprobando para la obtención de las nuevas titulaciones. Leyendo este Libro de Actas, se puede observar que los alumnos y sus tutores han trabajado mostrando creatividad, iniciativa y capacidad para el trabajo en equipo. Y nos complace enormemente que quede recopilado en este documento.

Atendiendo a las sugerencias de los asistentes al Congreso anterior, se han introducido algunas novedades. Este año el Congreso se celebra en tres jornadas, lo que permite distribuir las comunicaciones en ocho sesiones continuas, de manera que se pueda asistir a todas las aportaciones con las que estudiantes y tutores han contribuido. En total se van a exponer 51 trabajos, de los cuales 34 son comunicaciones orales y 17 son pósters. Además de los premios otorgados por entidades colaboradoras, también se van a premiar los mejores documentos escritos en función del curso de los autores, así como las mejores exposiciones tanto de comunicaciones orales como de pósters.

Agradecemos la inestimable colaboración de la Fundación Premio Arce, Cargill S.A., Danisco, JCB, CEIGRAM, Eumedia y la Editorial Agrícola, como patrocinadores de este evento. También hemos de agradecer a todos los moderadores, que han aceptado participar gustosamente, a todos los miembros del Comité Organizador, por su entrega y participación en momentos clave de la puesta en marcha y desarrollo de cada fase de este Congreso. Y, por supuesto, a las estudiantes M^a Puerto Soria y Alejandra de Vega por su dedicación.

Esperamos seguir contando con vosotros, alumnos y tutores, núcleo y motivación de esta actividad, que habéis hecho posible que estemos de nuevo escribiendo este primer folio de un libro lleno de interesantes temas.

**“Enseñar es aprender dos veces”
(Joubert)**

Pilar García Rebollar y M^a Ángeles Pérez Cabal



Tutores que han colaborado en el II Congreso de Estudiantes Universitarios de Ciencia, Tecnología e Ingeniería Agronómica

Pedro Luis Aguado Cortijo
Itziar Aguinagalde de Madariaga
M^a Remedios Alvir Morencos
Francisco Javier Arranz
Pilar Barreiro Elorza
Marta Benito Capa
Rosa María Benito Zafrilla
Julián Briz Escribano
M^a Jesús Callejo González
Javier Caniego Monreal
M^a Jesús Carabaño Luengo
M^a Victoria Carbonell Padrino
Argimiro Daza Andrada
Isabel de Felipe Boente
Clara Díaz Martín
Yves Dudal
José M Durán Altisent
Mercedes Flórez García
Pilar García Rebollar
Alberto Garrido Colmenero
Patricia Giraldo Carbajo

Miguel Ángel Gómez-Elvira González
Carlos Gregorio Hernández Díaz-Ambrona
Carmen Jalvo Mínguez
Fernando José Martínez
Juan Pedro Martín Clemente
Felipe Martínez García
Juan Bautista Martínez Laborde
M^a Angeles Mendiola Ubillos
Ana Moliner Armendía
Nuria Nicodemus
Félix Pérez García
Martina Pérez Serrano
Luis Rey Navarro
Leonor Rodríguez Sinobas
Tomás Ruiz Argüeso
M^a Dolores Sánchez Yélamo
Wendu Tesfaye Yimer
Miguel Ángel Toro Ibañez
M^a Jesús Villamide
Morris Villarroel Robinson
José Emilio Yanes García

Índice de trabajos

SESIÓN C1

TEST DE HIPÓTESIS SOBRE LA EXISTENCIA DE SELECCIÓN ADVERSA EN EL SISTEMA DE SEGUROS AGRARIOS ESPAÑOL	1
SITUACIÓN ACTUAL DEL OVINO DE LECHE EN LA PROVINCIA DE ZAMORA.....	5
INFLUENCIA DEL CULTIVO ECOLÓGICO DEL TRIGO SOBRE LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DE MASAS PANARIAS	9
TOMOGRFÍA DE SUELOS, RECONSTRUCCIÓN 3D Y CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA DEL ESPACIO POROSO EN MUESTRAS INALTERADAS.....	13
LA PREDICCIÓN METEOROLÓGICA, ¿POR QUÉ SE EQUIVOCA EL HOMBRE DEL TIEMPO?.....	17

SESIÓN C2

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS NECESIDADES HÍDRICAS DE LOS CULTIVOS EN ESPAÑA	23
CARACTERIZACIÓN SIMBIÓTICA Y FILOGENÉTICA DE RIZOBIOS QUE NODULAN LA NUEVA ESPECIE <i>Lupinus mariae-josephi</i>	27
IMPACTO Y RIESGO DE SEQUÍA EN EL REGADÍO ESPAÑOL: UNA APLICACIÓN EN EL ALTO ARAGÓN	31
LA IMPORTANCIA DEL CALCIO EN LA ALIMENTACION DE VACAS DE LECHE	35
RECTA DE PENDIENTE DADA QUE SE APOYA EN OTRAS TRES: CÁLCULO DE UNA ACEQUIA DE PENDIENTE DADA QUE HA DE CONECTAR OTRAS TRES ACEQUIAS	39
INFLUENCIA DEL CULTIVO ECOLÓGICO DEL TRIGO SOBRE LA APTITUD PANADERA DE LAS HARINAS	43

SESIÓN C3

BASES BIOLÓGICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE UNA ESPECIE AMENAZADA: <i>Senecio coinnyi</i>	49
HERRAMIENTA PARA LA SELECCIÓN PREVIA AL SACRIFICIO DE TERNEROS DE RAZA AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA EN CEBO.....	53
<i>Nothofagaceae</i> : LAS HAYAS DEL FIN DEL MUNDO.....	57
VITAMINAS Y MINERALES EN LA NUTRICION DE FAISANES.....	61
DIFERENCIACIÓN ENTRE <i>Brassica montana Pourr.</i> Y OTRAS ESPECIES AFINES DE n=9 DE LA SECT. <i>Brassica</i> (<i>Brassicaceae</i>) MEDIANTE TÉCNICAS ELECTROFORÉTICAS	65
EL GUARANÁ: UN FRUTO BRASILEÑO DE INTERÉS AGROALIMENTARIO.....	69

SESIÓN C4

GERMINACIÓN DE SEMILLAS PRATENSES REGADAS CON AGUA RESIDUAL Y AGUA DESTILADA ...	75
METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE CULTIVOS	79

INFLUENCIA DEL NÚMERO DE PARTO DE LA CERDA SOBRE LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS DE LOS LECHONES DESPUÉS DEL DESTETE	83
UTILIZACIÓN DE MICROSATÉLITES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE HOMONIMIAS EN ACCESIONES DE <i>Phaseolus vulgaris</i> L. DE LA COLECCIÓN DE FRIJOL DE HONDURAS	87
BÚSQUEDA DE RESINA INTERCAMBIADORA DE ANIONES PARA LA ABSORCIÓN DE FÓSFORO	91
DESARROLLO Y APLICACIÓN DE RUTINAS DE ANÁLISIS 3D Y PSICROMÉTRICAS	95
A LA EVALUACION DEL TRANSPORTE ANIMAL	95

SESIÓN C5

EL ARROZ: UNA PLANTA DE INTERÉS AGROALIMENTARIO	101
IMPORTANCIA DEL CALCIO EN LA NUTRICIÓN DE GALLINAS PONEDORAS AL FINAL DEL CICLO DE PUESTA	105
DETERMINACIÓN DE LA TRANSMISIVIDAD DEL ACUÍFERO QUE ABASTECE EL POZO DE LOS CAMPOS DE PRÁCTICAS DE LA E.T.S.I.A.	109
LABORES AGRÍCOLAS SOSTENIBLES PARA UNA FINCA DE CEREAL DE SECAÑO.....	113
ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL DE CONEJAS NULIPARAS MEDIANTE BIOIMPEDANCIA	117
CONFIANZA EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO ESPAÑOL. APLICACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO JERÁRQUICO	121

SESIÓN C6

NECESIDADES DE COBRE Y MOLIBDENO EN OVEJAS	127
ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA EN POBLACIONES DE <i>Brassica montana</i> Pourret DE LA PENÍNSULA IBÉRICA MEDIANTE MARCADORES ISSR.....	131
CONTROL Y MANEJO DEL PARTO DE LA CERDA.....	135
DEL LABORATORIO TRADICIONAL DE FÍSICA AL LABORATORIO VIRTUAL	139
FACTORES QUE AFECTAN AL RENDIMIENTO REPRODUCTIVO DEL VERRACO.....	143

SESIÓN P1

EL WASABI: UNA PLANTA IMPRESCINDIBLE EN LA GASTRONOMÍA JAPONESA	149
LA CATA DESCRIPTIVA DE CERVEZA COMO METODOLOGÍA DOCENTE EN EL AULA	153
LA RAZA BLANCA CACEREÑA: UNA RAZA EN PELIGRO DE EXTINCIÓN	157
EFFECTO DE LA FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN Y EL AYUNO SOBRE EL CRECIMIENTO, CALIDAD DE AGUA, COMPOSICIÓN CORPORAL Y ESTRÉS EN LA CRÍA DE TILAPIA (<i>Oreochromis niloticus</i>)	161
<i>Ugni molinae</i> Turcz. (<i>Myrtaceae</i>) COMO RECURSO FITOGENÉTICO	165
COMERCIALIZACIÓN DE CUYES EN UNA REGIÓN ANDINA DE PERÚ. PROYECTO DE COLABORACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA MOLINA (PERÚ)	169
LA PCR Y SUS APLICACIONES EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA.....	173
IMPORTANCIA DE LA VITAMINA D EN LA ALIMENTACIÓN DE PONEDORAS	177

SESIÓN P2

PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE VINAGRES AROMÁTICOS.....	183
CUESTIÓN DE HUEVOS	187
SÍNTOMAS DE EROSIÓN MECÁNICA EN SUELOS AGRÍCOLAS.....	189
MORFOLOGÍA Y VALORACIÓN GENÉTICA DE LA RAZA AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA	193
¿POR QUÉ ES TAN IMPORTANTE CONSERVAR LOS RECURSOS ZOOGENÉTICOS?	197
BIENESTAR DEL GANADERO Y DEL ANIMAL: ROBOT DE ORDEÑO	201
USO DE MARCADORES MOLECULARES EN MEJORA GENÉTICA DE PLANTAS	203
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS POBLACIONES DE <i>Ulmus glabra</i> Hudson DEL SISTEMA CENTRAL	207
CAPRINO EN GANADERÍA ECOLÓGICA	211

SESIÓN C1



TEST DE HIPÓTESIS SOBRE LA EXISTENCIA DE SELECCIÓN ADVERSA EN EL SISTEMA DE SEGUROS AGRARIOS ESPAÑOL

Espinosa-Franco, Alfonso

Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: alfonso.espinosa@upm.es

RESUMEN

El sistema de seguros agrarios como instrumento de gestión de riesgos tiene una amplia tradición en España y es uno de los más desarrollados del mundo, tiene sus orígenes a principios del siglo veinte y ha venido evolucionado de forma importante en los últimos 20 años. A lo largo del período 1980 a 2008 los productores asegurados han abonado, en concepto de prima, una cantidad total de 3,452 millones de euros mientras que las indemnizaciones abonadas por las entidades aseguradoras a los productores siniestrados se ha elevado a 5,546 millones de euros. Solamente en el 2008 se suscribieron cerca de 500.000 pólizas y el capital asegurado fue de más de 11.000 millones de euros. Participan en el sistema cerca del 50% de las producciones agrícolas y 20% de las ganaderas¹.

El presente trabajo busca contribuir de una manera novedosa al análisis de las relaciones contractuales entre los agentes que participan en el sistema realizando una prueba de hipótesis sobre la existencia de selección adversa a través de la formulación de modelos econométricos, utilizando un método paramétrico basado en datos reales de indemnizaciones y siniestralidad para 11 años en cuatro comarcas españolas.

Palabras clave: *selección adversa, seguros agrarios, prueba de hipótesis*

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han realizado diversos estudios empíricos sobre la existencia de selección adversa en la suscripción de contratos en el mercado de los seguros, de entre los cuales, destaca el trabajo de Chiappori y Salanie (2000) quienes realizan un test en el mercado de seguros automovilísticos de Francia utilizando métodos paramétricos y no paramétricos y Cohen A. (2005) que siguiendo a Chiappori et al. (2000) realiza un test paramétrico en el sistema de seguros de automóviles de Israel.

En el caso de mercados de seguros agrarios, investigaciones anteriores en relación a selección adversa Makki et al. (2001) y Just et al. (1999) se han basado en aproximaciones o evaluaciones hipotéticas de las indemnizaciones que los agricultores habrían de recibir de acuerdo a evaluaciones indirectas de riesgo o probabilidades de siniestro declaradas por los propios agricultores y del comportamiento del asegurado al elegir el tipo de cobertura.

La novedad del presente trabajo es que se realiza una prueba de hipótesis de selección adversa tomando en cuenta los resultados reales de desempeño del sistema de seguros agrarios español, así como las estrategias de aseguramiento observadas que emplean los productores para el período de 1994-2004. Para esto, se aprovecha la peculiaridad del sistema de seguros agrarios en España, en el cual, los productores de cuatro comarcas se enfrentan a la decisión de elegir entre diferentes niveles de aseguramiento para los principales cultivos en las respectivas regiones.

La idea básica es que los productores conocen mejor que las compañías aseguradoras su tipo de peligrosidad, y por lo tanto los que representen un riesgo alto elegirán coberturas más amplias reflejándose en una correlación entre la elección de mejores

¹ Noticias del Seguro Agrario, Madrid, España, No. 63. noviembre-diciembre 2008.



coberturas y la siniestralidad, esto, indicaría la ausencia de elementos discriminatorios basados en diferentes niveles de exposición al riesgo y un desbalance de primas e indemnizaciones Garrido y Zilberman (2008).

En objetivo de este trabajo es realizar una prueba de hipótesis sobre la presencia de selección adversa en el sistema de seguros agrarios en España. En el apartado dos se señala la metodología utilizada, en el apartado tres se presentan los resultados y en el apartado cuatro se muestran las conclusiones de mayor importancia.

METODOLOGÍA

Los análisis estadísticos y econométricos realizados en este estudio emplean como datos los registros de asegurados de la Entidad Estatal de Seguros Agrarios (ENESA). La base de datos incluye registros de los agricultores que cambiaron su estrategia de aseguramiento al contratar coberturas amplias y que suscribieron un seguro al menos en tres años durante el período 1994-2004. Estos registros contienen la caracterización completa de su relación con el seguro agrario. Así, para cada asegurado y año se tienen los datos de las cuatro comarcas españolas en las que los productores enfrentaron la decisión de elegir el tipo de cobertura. Las variables seleccionadas se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Variables

Variable	Representación	Significado
Cambio de línea	cam_lin	Elección de cobertura amplia
Siniestralidad	siniestro	Siniestralidad acumula hasta $t-1$
Ratio de pérdida	rat	Ratio de pérdida acumulado
Subvención relativa	subvrel_prim	Subvención entre prima neta
Capital por superficie	kssup	Capital asegurado entre superficie asegurada
Primas pagadas sin subsidios	totalpremws	Total de primas pagadas sin subsidios

Fuente: Elaboración propia

Como se menciona anteriormente, se busca realizar una prueba sobre la existencia de independencia condicional entre coberturas amplias y siniestralidad. Para realizar la prueba se definieron las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula: existe independencia entre la elección de coberturas amplias y la siniestralidad.

Hipótesis alternativa: no existe independencia entre la elección de coberturas amplias y la siniestralidad.

Dado que las variables endógenas son binarias y los errores son considerados normales con media 0 y varianza 1 y siguiendo a Chiappori et al. (2000) se formulan los modelos econométricos probit para la elección de cobertura amplia (1) y para la siniestralidad (2).

1. Tipo de Cobertura. El modelo econométrico que representa la decisión de contratar una cobertura amplia esta denotado por:

$$\Pr(cam_lin_{it}) = (X_{it} \beta + \varepsilon_{it} > 0) \quad (1)$$

en donde, $i = 1, \dots, n$ significan los productores y $t = 1, \dots, n$ significan los años. El término X_{it} agrupa las variables exógenas del productor i (estas variables son los principales factores observados por el productor i). Y la variable binaria endógena cam_lin_{it} que toma el valor de 1 si el productor suscribió un seguro de cobertura regular en el año $t-1$ y en el año t suscribió un seguro de cobertura amplia o mejor y toma el valor de 0 cuando en el año t contrató un seguro regular.



2. Siniestralidad e Indemnizaciones. Por otro lado, la ocurrencia de siniestros se define en el modelo 2.

$$\Pr(\text{siniestro}_{it}) = (X_{it}\gamma + \eta_{it} > 0) \quad (2)$$

en donde, la variable binaria endógena siniestro_{it} toma el valor de 1 si hasta el periodo $t-1$ el ratio de indemnizaciones y primas pagadas es mayor que 0,5 lo que indica una siniestralidad alta y toma el valor de 0 cuando el ratio es menor que 0,5.

Primero estiman los dos modelos probit independientemente, entonces se calculan los residuos generalizados ε_{it} y η_{it} , dado que por ejemplo, ε_{it} es denotado por:

$$\hat{\varepsilon}_{it} = E(\varepsilon_{it} | \text{cam_lin}_{it}) = \frac{\phi(X_i\beta)}{\Phi(X_i\beta)} \text{cam_lin}_{it} - (1 - \text{cam_lin}_{it}) \frac{\phi(-X_i\beta)}{\Phi(-X_i\beta)},$$

en donde ϕ y Φ denotan las funciones de densidad de distribución acumulativa de $N(0,1)$. Entonces se define el estadístico W

$$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \hat{\varepsilon}_{it} \hat{\eta}_{it} \right)^2}{\sum_{i=1}^n \hat{\varepsilon}_{it}^2 \hat{\eta}_{it}^2}$$

Dado que, los resultados generales en Gouriéroux et al. (1987; citado por Chiappori et al., 2000), implican que bajo la invalidez de independencia condicional $\text{cov}(\varepsilon_i, \eta_i) = 0$, W es distribuido asintóticamente como una $\chi^2(1)$. Esto provee de una prueba del supuesto de información simétrica.

RESULTADOS

Los resultados de la estimación de los probit calculados independientemente se presentan en la tabla 2 y 3, el número total de observaciones en cada uno de los dos modelos es de 55.648 para el total de las cuatro comarcas en el período 1994-2004.

Tabla 2. Resultado del modelo probit (variable endógena cambio de línea)

Variable	β	Error estándar	Z	P > z	Pseudo R ²
Resultado del probit cambio de línea					0,5829
rat	0,112855	0,0059465	18,98	0,000	
subvrel_prim	10,19484	0,0861394	118,35	0,000	
kssup	6,16e-06	1,77e-06	3,48	0,001	

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar primeramente el estadístico pseudo R² que toma valor de 0,58, es decir, las variables seleccionadas explican aproximadamente un 58% de la variación de la elección de una cobertura amplia, teniendo en cuenta que se trata de modelos probit se considera este valor como aceptable. El estadístico Z nos muestra que el total de las variables incluidas en el modelo resultan significativas en especial resalta la variable que mide las subvenciones relativas a las primas.

Los resultados de modelo de siniestralidad arrojan un valor del estadístico pseudo R² de 0,11, lo cual implica que las variables exógenas explican aproximadamente un 11% de la variación de siniestralidad, esto de nuevo, tomando en cuenta de que se trata de un modelo probit se considera aceptable. Las variables seleccionadas también resultan significativas en este modelo. El cálculo del estadístico W nos arroja un resultado de 8.86 y dado que los resultados generales en Gouriéroux et al. (1987; citado por Chiappori et



al., 2000), implican que bajo la invalidez de independencia condicional $\text{cov}(\varepsilon_i, \eta_i) = 0$, W es distribuido asintóticamente como una $X^2(1)$. Sustituyendo del valor de $W = 8.860$ en la distribución ji-cuadrada con un grado de libertad, se obtiene un valor de 0,0029 y como 8.86 es mayor que 5.99, se rechaza la hipótesis nula con un nivel de significancia de 0.05.

Tabla 3. Resultado del modelo probit (variable endógena siniestro)

Variable	β	Error estándar	Z	P > z	Pseudo R ²
Resultado del probit siniestro					0,1136
subvrel_prim	1,401489	,055042	25,46	0,000	
totalpremws	5,59e-06	2,14e-07	26,07	0,000	
kssup	7,82e-06	1,70e-06	4,59	0,000	

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en la prueba de hipótesis, se puede concluir que se rechaza la hipótesis de independencia entre la elección de coberturas amplias y la frecuencia de siniestralidad. Esto podría indicar, por un lado, que los productores conocen mejor que las compañías aseguradoras su tipo de peligrosidad y por otro, la ausencia de elementos discriminatorios basados en diferentes niveles de exposición al riesgo y un desbalance de primas e indemnizaciones. Cabe destacar que es necesario realizar un análisis más completo sobre los efectos de la selección adversa en el mercado de seguros agrarios en España lo que queda como línea abierta para futuras investigaciones.

Dado que las formas funcionales involucradas en los modelos probit son relativamente restrictivas, un análisis utilizando métodos totalmente no paramétricos es una posible extensión a este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Chiappori, P.A., Salanie, B. (2000). "Testing for Asymmetric Information in Insurance Markets" *The Journal of Political Economy*, Vol. 108 No.1 pp. 56-78.
- Cohen A. (2005). "Asymmetric Information and Learning: Evidence from the Automobile Insurance Market". *Review of Economics and Statistics* LXXXVII (2). May, pp. 197-207.
- Garrido, A., Zilberman, D. (2008). "Revisiting the Demand for Agricultural Insurance: The Case of Spain". *Agricultural Finance Review*. Vol. 68 pp 43-66.
- Just, R.E., L. Calvin, J. Quiggin (1999). "Adverse selection in Crop Insurance: Actuarial and Asymmetric Information Incentives". *American Journal of Agricultural Economics* Vol. 81: pp. 834-849.
- Makki, S., Somwaru, A (2001). "Evidence of Adverse Selection in Crop Insurance Markets". *The Journal of Risk and Insurance* Vol. 68, No. 4, pp. 685-708.
- Noticias del Seguro Agrario, Madrid, España, No.63. Noviembre-diciembre 2008.



SITUACIÓN ACTUAL DEL OVINO DE LECHE EN LA PROVINCIA DE ZAMORA

Romero, Carlos

Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: carlosromero@alumnos.upm.es

RESUMEN

El sector del ovino es uno de los sectores ganaderos más perjudicados por la reciente crisis que ha sufrido de forma generalizada la producción animal. La desmedida subida del coste de los piensos, unida a la bajada del precio pagado a los ganaderos por los corderos, han hecho que este sector arroje cifras tan pesimistas como una pérdida de 30 euros sobre los costes de producción por cordero o una caída anual del censo de un 4 %. Dentro de este sector, se ha visto particularmente afectado el subsector cárnico puesto que éste tiene como única fuente de ingresos las canales vendidas y padece desde hace años una falta acuciante de mano de obra especializada. Sin embargo, el subsector del ovino de leche ha sabido sobrellevar esta situación con mayor éxito debido en parte a la complementariedad entre la leche y los corderos y al hecho de ser una vertiente del ovino mucha más intensificada. Para conocer la situación actual del ovino de leche, este trabajo se ha centrado en la provincia de Zamora por aglutinar ésta a un número cuantioso de explotaciones, tanto de razas autóctonas como foráneas, y por tanto ser representativa de lo que sucede actualmente a nivel autonómico y nacional.

Palabras clave: *ovino de leche, Zamora, razas*

INTRODUCCION

A lo largo de la Historia, España se ha posicionado siempre como un país marcadamente ganadero donde el ovino ha jugado un papel incuestionable. El ovino fue el germen de la asociación ganadera más importante de todos los tiempos (El Honrado Concejo de la Mesta) que, gracias al comercio de lana fina, salvó al país, en innumerables ocasiones, de la crisis financiera (Carande R., 1978; Klein J., 1981). A finales del siglo XVI, en pleno esplendor de la Mesta, el censo ovino español ascendía a unos 14 millones de ejemplares cuando la población nacional no alcanzaba aún los 7 millones de habitantes. Razones históricas aparte, el interés de la cría del ganado ovino radica en su triple aptitud productiva (carne/leche/lana), en su labor medioambiental ayudando a la prevención de incendios, la conservación de parajes naturales y el mantenimiento de la biodiversidad, así como ejerciendo de sustento económico para la población de zonas deprimidas o poco productivas (se estima que más del 85 % del censo del ovino se encuentra en estas áreas; Benito I., 2007). A día de hoy (datos de diciembre de 2007; Anuario MARM, 2008), con un censo total de 22.194.000 animales (el 24 % de la UE-27, sólo superado por el Reino Unido) y una producción de carne y leche de 195.590 y 414.200 t respectivamente, la producción ovina sigue teniendo un interés innegable en España. Sin embargo, el desmesurado incremento del precio de los piensos en 2007, la escasez de los pastos, la falta de mano de obra especializada, el bajo precio de los corderos asociado a un bajo consumo nacional (6-6,5 kg/habitante y año), la amenaza de la fiebre catarral ovina y el infame valor de la lana han llevado al sector a una crisis que explica que el censo español haya caído un 11 % en el periodo 2000-2007 (Anuario MARM, 2008) y que el número de explotaciones se haya reducido en un 17 % entre 1997 y 2005 (Benito I., 2007). No obstante, esta situación ha afectado de forma más severa al subsector cárnico que al lechero. Para conocer las razones de esta diferencia, este trabajo pretende caracterizar el subsector ovino de leche a través de su situación en la provincia de Zamora puesto que ésta aglutina el 15 % del censo nacional de ovejas de ordeño, siendo su censo provincial el más alto de toda España (Boletín JCyL, 2008).



EL OVINO DE LECHE EN LA PROVINCIA DE ZAMORA: CENSOS Y PRODUCCIONES

Si bien a nivel nacional, las provincias que más destacan en cuanto a censo ovino son Badajoz y Cáceres con 2.090.990 y 1.218.177 reproductoras (Anuario MARM, 2008), éstos números corresponden principalmente a ejemplares de razas cárnicas (84 %). En cuanto a ovejas de ordeño, destaca indiscutiblemente la provincia de Zamora. Dentro del panorama nacional (2.615.312 ovejas en ordeño, cuarto censo de la UE-27 detrás de Rumanía, Grecia e Italia), Zamora contaba a finales del año 2007 con 391.591 ovejas de ordeño, lo que suponía el 61% del número total de reproductoras de la provincia y el 31 % del censo de ovejas de ordeño de toda Castilla y León (Boletín JCyL, 2008). Esta región cuenta con una densidad de 0,48 reproductoras por ha de S.A.U. (Superficie Agraria Útil), siendo la densidad media para el territorio nacional de 0,39 (Daza A., 2002). De acuerdo con los datos presentados en la tabla 1, la relación entre el número de reproductoras y el número de sementales era de 41, lo cual parece un valor razonable. Por otro lado, la tasa de reposición media para los rebaños zamoranos sería del 22 %. Sin embargo, cabe destacar que existieron diferencias entre los rebaños dependiendo de la orientación productiva de los mismos. Así, los rebaños lecheros tuvieron una tasa de reposición del 29 %, muy superior a la de los rebaños de aptitud carne (12 %). Esta diferencia es debida al mayor desgaste fisiológico al que están sometidas las ovejas lecheras y a la presión selectiva que ejercen los programas de mejora genética usados en las explotaciones más intensivas. Aún así, una tasa de reposición del 22 % es una tasa adecuada, en cualquier caso, para garantizar el rejuvenecimiento de la explotación y, en algunos casos, para cubrir las bajas producidas por la Lengua Azul. Dista mucho del 7 %, observado en muchas explotaciones que alargan la vida productiva de las ovejas para evitar la pérdida de primas comunitarias (Daza A., 2002). Destaca asimismo el número medio de animales por explotación (751) que, con 528 ovejas reproductoras por ganadería, supera en gran medida a la media nacional (213 reproductoras por explotación; Benito I., 2007).

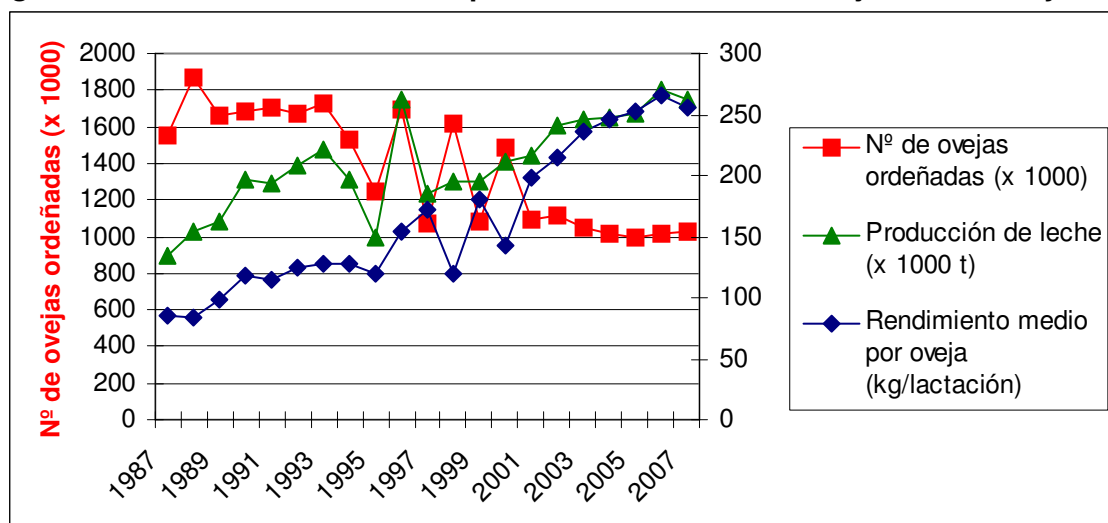
Tabla 1. Descripción del censo ovino de la provincia de Zamora a finales de 2007¹

	Sementales	Corderas de recría	Ovejas de ordeño	Ovejas de no ordeño	Total	Nº de explotaciones
Nº animales	15.826	143.551	391.591	253.357	917.857	1.222 ²

¹ Fuente: Boletín de Información Agraria de Castilla y León, 2008. ² Dato de Enero de 2009.

La producción total de leche de oveja de la provincia de Zamora a lo largo del año 2007 fue de 96.192 t (Boletín JCyL, 2008), lo que supone el 28 % de la producción de Castilla y León y el 23 % de la producción nacional. El 99,7 % de esas 96.192 t de leche de oveja fue a parar a la industria láctea, siendo por tanto insignificante la cantidad consumida en la propia explotación (316 t). Del mismo modo, a nivel nacional, prácticamente el 100 % de la producción de leche de oveja se destina al consumo industrial, siendo en 2007 la producción de queso puro de oveja de 42700 t y de 121000 t la de queso mezcla (Anuario MARM, 2008).

Considerando conjuntamente la producción lechera de la provincia (96.192 t) y el censo de ovejas de ordeño (391.591), resulta una producción media por oveja ordeñada de 246 kg. Este dato nos advierte del importante número de ganaderías que explotan razas especializadas en la producción lechera en detrimento del menor número de explotaciones basadas en razas autóctonas. De hecho, la figura 1 muestra cómo, en los últimos 20 años en Castilla y León, si bien se ha reducido el censo de hembras en ordeño, la producción ha aumentado (Boletín JCyL., 2008). Todo ello podría explicarse por un aumento de la producción media por oveja, sugiriendo de nuevo la incorporación de razas más productivas en los modelos ganaderos, ya que este incremento en la producción no ha sido debido a una mejora genética de las razas autóctonas ya existentes.

**Figura 1. Evolución histórica de la producción de leche de oveja en Castilla y León¹**

¹ Fuente: Boletín de Información Agraria de Castilla y León, 2008.

La producción de leche de la provincia de Zamora se reparte fundamentalmente entre tres razas (tabla 2).

Tabla 2. Producción de leche de la provincia de Zamora según razas¹

Razas	Castellana	Churra	Assaf
Nº medio de ovejas ordeñadas	44.330	45.441	239.382
Producción media (kg) por oveja y lactación ²	105	130	330
Producción total (kg)	4.654.650	5.907.330	78.996.060

¹ Fuente: Boletín de Información Agraria de Castilla y León, 2008. ² Datos del Control Lechero Oficial.

Dadas las producciones medias por raza de la tabla 2, obtenemos una producción total de 89.558 t. La producción restante hasta alcanzar la producción verdadera de la provincia de Zamora (96.192 t) puede proceder de explotaciones con rebaños mixtos o algún rebaño aislado de raza Manchega o Lacaune.

De las 89.771 ovejas autóctonas en ordeño, la mitad aproximadamente (43.840 ovejas; el 49 %) pertenecían a las 89 ganaderías inscritas en la D.O. Queso Zamorano, con una producción de queso elaborado de 475.086 kg. Actualmente, el Consejo Regulador de la D.O. se halla inmerso en una disputa que enfrenta a ganaderos con industriales en torno a la inclusión de la raza Assaf dentro de la D.O., como ya se hizo en el caso de la D.O. Roncal. Pese a la rotunda negativa de los ganaderos, la industria aduce que la baja producción de las razas autóctonas así como los costes que supone la recogida de la leche debido a la dispersión de las explotaciones (repartidas en 50 municipios distintos) le están haciendo perder cuota de mercado frente a otros quesos como el Manchego que alcanza ya una producción de 9,2 millones de kg. No obstante, las diferencias existentes entre las razas en cuanto a la composición de la leche (tabla 3) podrían afectar a la calidad del queso si se incorpora leche de Assaf. Por otro lado, el carácter intensivo de las explotaciones de Assaf (basta ver el censo medio por explotación en la provincia de Zamora y la falta de estacionalidad en la producción de leche –no hay más de un 15 % de diferencia entre la producción de primavera y la de otoño–) desvirtúa la propia esencia de las denominaciones de origen cuyo objetivo es contribuir a la viabilidad económica y al reconocimiento de los sistemas de producción ligados a los factores naturales de un territorio en concreto (Yanes J.E., 2008a). Asimismo, dada la producción de queso elaborado (475.086 kg) y un rendimiento quesero de 5 kg leche/kg queso, obtenemos una producción lechera de 2380 t con lo que aún quedaría producción en explotaciones de razas autóctonas de la provincia de Zamora que podrían querer incorporarse a la D.O. si



el precio pagado por la leche fuese un aliciente, aunque es cierto que la dispersión de esas explotaciones puede ser un agravante económico para la industria.

EL OVINO DE LECHE EN LA PROVINCIA DE ZAMORA: RAZAS AUTÓCTONAS

Como ya se ha referido anteriormente, en la producción de leche de oveja de la provincia de Zamora, destacan principalmente dos razas autóctonas españolas (Castellana y Churra).

Tabla 3. Extracto quesero de la leche de las principales razas productoras de Zamora

	% Grasa	% Proteína	% Extracto quesero
Castellana	6,55	5,57	12,12
Churra	7	5,7	12,7
Assaf	6,2	5,3	11,5

Procedente del gran tronco entrefino español, la raza Castellana es una raza eumétrica (tamaño medio) asentada en las grandes extensiones adehesadas y las estepas cerealistas de Castilla y León. La raza (considerada de fomento) presenta dos variedades morfológicas en función de su capa: blanca y negra. Su censo en pureza en la provincia de Zamora se estima en 149.000 animales (422 explotaciones) para la capa blanca y 40.000 para la capa negra, aunque el 89,6 % de los ejemplares están orientados hacia la producción de carne (Yanes J.E., 2008b) que en la mayoría de los casos corresponde a la venta de corderos lechales (30-40 días de edad con 10-12 kg de peso vivo) con la posibilidad de comercializarlos bajo la IGP “Lechazo de Castilla y León”. De los 32.473 animales inscritos en el Libro Genealógico de la Raza, tan sólo el 32 % de los animales son considerados de aptitud lechera. Aún así, desde el año 1988, la Asociación (ANCA) ha controlado, a través de Núcleos de Control Lechero, más de 80.000 ovejas y 240.000 lactaciones.

También eumétrica y de fomento pero del tronco churro, la oveja churra se caracteriza por su peculiar pigmentación centrífuga en negro, su vellón de lana basta y su marcada aptitud para la producción de leche. Su censo en toda la comunidad autónoma es de 411.490 animales destacando manifiestamente la provincia de Burgos con 266.550 animales (Yanes J.E., 2008b). En la provincia de Zamora sólo se encuentra el 11,2 % de los efectivos de la raza pero, al igual que en la provincia de Valladolid, prácticamente todo el censo es de producción lechera. De los animales inscritos en el Libro Genealógico, el 80,1 % son de ordeño. Así, desde el año 1981, la Asociación (ANCHE) se encarga del Control de Rendimiento Lechero Oficial, habiendo controlado ya más de 250.000 lactaciones.

CONCLUSIONES

La no existencia de limitaciones a la producción, la posibilidad de incrementar la cuota de mercado del queso de oveja, las primas comunitarias, de las que también se beneficia el ganado ovino de leche y los estimables progresos realizados, y los que restan por realizar, auguran un futuro esperanzador al ovino de leche español.

BIBLIOGRAFÍA

- Anuario de Estadística Agroalimentaria y Pesquera, 2008. MARM.
Benito I. 2007. Agricultura familiar en España 2007, 241 – 244.
Boletín de Información Agraria de Castilla y León, 2007 y 2008, n^{os} 219, 222, 224 y 227.
Carande R. 1978. Crítica, Barcelona.
Daza A. 2002. Editorial Agrícola Española, Madrid.
Klein J. 1981. Alianza Editorial, Madrid.
Yanes J.E. 2008a. El Correo de Zamora 19/11/08: 26.
Yanes J.E. 2008b. FEAGAS 33: 70 – 77.



INFLUENCIA DEL CULTIVO ECOLÓGICO DEL TRIGO SOBRE LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DE MASAS PANARIAS

Gallardo, Alba; Laguna, M^a José; Yáñez, Cristina

Departamento de Tecnología de Alimentos. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: albagallardo@alumnos.upm.es

RESUMEN

Este estudio fue realizado como trabajo de curso por un grupo de alumnos de aprendizaje cooperativo en la asignatura de 5º curso “Industrias de cereales”.

El objetivo del trabajo era evaluar la influencia del cultivo ecológico sobre los parámetros reológicos más habituales empleados por la industria.

Para ello, se utilizaron 2 muestras de trigo de la variedad Marius sometidas a diferentes condiciones de cultivo (ecológico y convencional). La molienda experimental se llevó a cabo por alumnos de la asignatura “Técnicas de transformación y elaboración en la Industria Agroalimentaria I”, dirigidos por el profesor Guillermo Rodríguez Badiola. Las harinas obtenidas se sometieron a los siguientes análisis: Alveógrafo de Chopin, Consistógrafo de Chopin y Falling Number. Se comprobó que la muestra de trigo ecológico, con mayor contenido proteico, tenía una mayor capacidad de absorción de agua y un mejor comportamiento reológico de la masa, manifestado en los parámetros W, P y L del alveograma. La actividad α -amilásica del trigo convencional resultó ser mucho menor, e insuficiente para el desarrollo de una correcta fermentación.

Palabras clave: cultivo ecológico del trigo, alveógrafo de Chopin, consistógrafo de Chopin, falling number

OBJETIVOS

El objetivo del trabajo es evaluar la influencia del cultivo ecológico del trigo sobre las propiedades reológicas de la masa panaria, a partir de dos muestras de trigo de la variedad Marius sometidas a cultivo ecológico y convencional respectivamente.

INTRODUCCION

Las propiedades de panificación de la harina de trigo dependen en gran medida de la composición en proteína del grano, tanto en calidad como en cantidad.

La calidad de la proteína depende de la variedad y está determinada genéticamente. La cantidad de proteína depende de las condiciones de cultivo, clima, suelo y fundamentalmente de la fertilización nitrogenada, ya que cuanto más unidades de nitrógeno se aportan mayor cantidad de proteínas se obtienen.

Numerosos estudios (Carcea *et al*, 2006; Gallagher and Keehan, 2005) ponen de manifiesto que los cultivos ecológicos que son tratados con fertilizantes orgánicos presentan un mayor contenido de humedad que los convencionales, su contenido en proteína es aceptable aunque algo inferior al convencional y las harinas ecológicas poseen excelentes cualidades de mezcla, estabilidad y gluten. Además el proceso de molienda no se ve afectado. Con ello se demuestra que los fertilizantes orgánicos son igual de efectivos que los empleados en métodos convencionales, teniendo en cuenta que el contenido de proteína en el grano viene dado en un 70% por dotación genética y en el 30% restante es donde se puede influir mediante la adición de N en los cultivos. Por otro lado, Carcea *et al*, (2006) comprobaron que no se aprecian grandes diferencias entre el contenido de gluten húmedo y seco en las dos harinas ensayadas (ecológica y convencional), ni en el tiempo de amasado. Las diferencias tanto en composición,



microestructura de la masa como en las características reológicas de las harinas ecológicas y convencionales fueron pequeñas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materias primas y materiales

Trigos: se han empleado dos muestras de trigo pertenecientes a la variedad Marius, sometidas a cultivo ecológico (TE) y a convencional (TC), para la obtención de sus harinas respectivas y la evaluación posterior de su calidad.

Molienda experimental: Las dos muestras de trigo fueron sometidas a molienda experimental por alumnos de la asignatura “Técnicas de transformación y elaboración en la Industria Agroalimentaria I”, dirigidos por el profesor Guillermo Rodríguez Badiola, obteniéndose las harinas HE y HC, con la misma tasa de extracción.

Parámetros analíticos de las harinas: En la tabla 1 se reflejan los principales parámetros analíticos de las muestras de trigo y harina utilizadas en este trabajo.

Tabla 1. Resultados en algunos parámetro de calidad de las muestras de trigo y harina empleadas en el trabajo

	TC	HC	TE	HE
Proteína (% sss)	9,64 / 9,96	7,61 / 7,68	10,60 / 10,80	7,79 / 7,97
Humedad (%)	12,13 / 12,10	16,36 / 16,41	11,78 / 11,84	18,22 / 18,29
Peso específico (kg/hl)	76,1 / 76,6		72,8 / 72,4	
Cenizas (%)		0,48 / 0,46		0,46 / 0,48
Absorción (%) base 14%		52,09 / 52,03		53,60 / 54,05
Gluten seco (%)		5,48 / 5,42		6,24 / 6,12

HC: Harina de trigo Marius convencional. HE: Harina de trigo Marius ecológico. TE: Trigo ecológico. TC: Trigo convencional.

NOTA: los parámetros analíticos que aparecen en la tabla 1 fueron suministrados por Harinas Esteban.

Métodos

Los alumnos realizaron en el laboratorio de cereales del Departamento de Tecnología de Alimentos los ensayos que se describen a continuación, para ambas muestras de harina (HE y HC). (Véase figura 1)

➤ **Alveógrafo de Chopin (método AACC N ° 54-30).**

Con este ensayo determinamos los parámetros W (expresa la fuerza panadera e indica el trabajo necesario para romper una lámina de la masa empujada por el aire. Se representa por el área de la curva del alveograma), P (tenacidad de la masa, Representa el valor de la presión máxima y está en relación con la resistencia que opone la masa a la deformación. Se representa en el alveograma por la altura de la curva) y L (extensibilidad de la masa (longitud o base de la curva (mm)).

➤ **Consistógrafo de Chopin (AACC n ° 54-50).**

Los parámetros obtenidos fueron; Prmax: Valor de la presión máxima que soporta la masa sin romperse. HYD 2200: Hidratación necesaria para alcanzar una consistencia de 2200 milibares. D250 y D450: decaimiento medido a los 250 y 450 segundos. Tol: Tolerancia al amasado: coincide con la altura de la curva media en el punto de ruptura de la masa.



- Determinación del Índice de Caída (AACC 56-81B).
Determina la actividad α -amilásica en el grano, la harina y otros productos que contengan almidón usando la harina como sustrato.

Figura 1. Realización de la práctica en el laboratorio por los alumnos de la asignatura “Industrias transformadoras de cereales”.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se reflejan los resultados obtenidos mediante el Alveógrafo de Chopin y Consistógrafo de Chopin e Índice de Caída para las dos muestras de harina analizadas.

Tabla 2. Resultados obtenidos con el Alveógrafo de Chopin, Consistógrafo de Chopin e Índice de Caída

	Alveograma				Consistograma a hidratación constante		Consistograma a hidratación adaptada				IC
	W	P	L	P/L	Prmáx	HYD 2200	TprMax	Tol	D250	D450	
	10^{-4} J	mm	mm		mb	%	s	s	mb	m	
HC	33	18	86	0,21	886	45,3	67	78	1456	1655	292
HE	47	22	101	0,21	908	45,4	76	92	1232	1448	423

HC: Harina de trigo Marius convencional. HE: Harina de trigo Marius ecológico. H.C: Hidratación constante. Ha: Hidratación adaptada. W: Fuerza. P: tenacidad. L: extensibilidad. Prmáx: Presión máxima. HYD 2200: Hidratación necesaria para alcanzar una consistencia de 2200 milibares. D250 y D450: decaimiento medido a los 250 y 450 segundos. Tol: Tolerancia al amasado. IC: Índice de Caída

Teniendo en cuenta los datos que se reflejan en la tabla 1 y los que aparecen en la tabla 2, se pueden establecer los siguientes comentarios.

Existe una correlación entre W y Prmax. La mayor proporción de gluten en HE da lugar a un valor de Prmax mayor y por lo tanto una capacidad de absorber agua de la harina mayor que para la muestra HC. Esta absorción de agua también se ve incrementada por el contenido en proteína, que a diferencia de lo citado anteriormente (Carcea *et al*, 2006; Gallagher and Keehan, 2005) es mayor en HE, ya que las proteínas contribuyen a la formación de la red de gluten y por tanto el contenido en gluten seco también es superior. Por otro lado, esa mayor cantidad de gluten en HE proporciona mayor tolerancia y menores decaimientos. Además ambas harinas no superan el 9% en proteína de lo exigible para que sea panificable (R.D. 1286/1984).

Ambas muestras de harina resultan poco tenaces, tal y como pone de manifiesto el parámetro P.

En cuanto al Índice de Caída, se observa que en el caso de la HC es próximo a 300 sg por lo que es una harina apta para panificación con una actividad amilásica óptima.



Mientras que el valor de Índice de Caída de HE es elevado (>300) por lo que una actividad α -amilásica muy baja y son masas difíciles de fermentar, ello nos obliga a incluir harina de malta o alfa-amilasa de origen fúngico en la formulación de la masa. En caso contrario, es de esperar una miga del pan será probablemente seca y un volumen reducido en las piezas. (Márquez, 1982, H. Perten, 1967)

Por otro lado los valores de P/L bajos y la W en ambas < 80 indican que se trata de harinas muy flojas.

CONCLUSIONES

- El cultivo ecológico del trigo ha producido un aumento en el contenido en proteína y en la capacidad de absorción de agua de la harina, posiblemente como consecuencia de un mejor aporte nitrogenado al suelo.
- El mayor contenido en proteína en las harinas ecológicas ha estado acompañado de un mejor comportamiento reológico de las harinas, manifestado en los parámetros W, P y L del alveograma.
- La actividad α -amilásica del trigo convencional resultó ser mucho menor, e insuficiente para el desarrollo de una correcta fermentación.
- En general todos los parámetros analíticos analizados en ambas muestras de harina ponen de manifiesto que la variedad Marius no es buena para la panificación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la profesora Dña M^a Jesús Callejo González por su ayuda y apoyo, al profesor Don Guillermo Rodríguez Badiola y a los alumnos de la asignatura "Técnicas de transformación y elaboración en la Industria agroalimentaria I" por llevar a cabo la molienda experimental de las muestras de trigo ya a Don Antonio Caballero, responsable del laboratorio de Harinas Esteban, Valladolid, España, por realizar los ensayos cuyos resultados se reflejan en la tabla 1.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Española de Técnicos Cerealistas (A.E.T.C): www.aetc.es
Callejo González, M.J.2002: Industrias de cereales y derivados. ED. AMV.
Carcea M, Salvatorelli S, Turfani V, Mellara F. 2006. Influence of growing conditions on the technological performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). International Journal of Food and Technology, 41 (Supplement 2), 102-107.
Casa commercial de instrumental Chopin: www.chopin.fr/imgs/documents_produits/060524154939_alveoconsistographg.pdf.
Gallagher E and Keehan D; 2005. Development of Organic Breads and Confectionery. The National Food Center Ashtown, Dublín 15.
H.Perten 1967. Factors of the Falling Number Values- Cereal Science Today Vol 12, No. 12.
Márquez F. 1982. El método del Número de Caída (Falling Number) para la evaluación de la actividad alfa-amilásica. Molinería y Panadería 77(3): 12-13.
R.D. 1286/1984 de la presidencia de gobierno, de 23 de mayo, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de las harinas y sémolas de trigo y otros productos de su molienda, para consumo humano.



TOMOGRAFÍA DE SUELOS, RECONSTRUCCIÓN 3D Y CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA DEL ESPACIO POROSO EN MUESTRAS INALTERADAS

Muñoz, Francisco Javier

Departamento de Matemática Aplicada a la ingeniería Agronómica. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: fcomunoz@alumnos.upm.es

RESUMEN

En este trabajo se emplean las imágenes obtenidas mediante Tomografía Axial Computerizada de rayos X para el análisis de la estructura de cuatro muestras inalteradas de suelo recolectadas en columnas cilíndricas. El análisis está encaminado a cuantificar y caracterizar geométricamente la macroporosidad del suelo. Se ha puesto un especial interés en el estudio de los macroporos que conectan la parte superior de la muestra con la parte inferior de las muestras, y tienen por lo tanto una gran influencia en procesos como el flujo del agua en el suelo. Una aproximación de la estructura del poro es a partir de su esqueleto. Mediante el eje medio del esqueleto se ha realizado una estimación de la tortuosidad de diferentes poros del suelo, estos resultados están comprendidos en el rango de 1,01 a 2,62.

Palabras clave: tomografía de suelos, macroporosidad, tortuosidad geométrica

INTRODUCCIÓN

La macroporosidad se define como los espacios existentes entre los agregados del suelo. Gran parte de los macroporos tienen un origen biológico (raíces, insectos, orugas...) y forman una compleja red de estructuras tubulares que se ramifican y conectan diferentes puntos del suelo a diferentes profundidades. Estas propiedades de los macroporos son las que hacen que tengan gran influencia en procesos como el flujo del agua en el suelo, el transporte de solutos, el intercambio gaseoso o la variación de la temperatura. Diferentes medidas son de especial interés a la hora de caracterizar los macroporos. La primera medida es el volumen total de macroporos y la distribución de tamaños de éstos. La estimación de la tortuosidad, entendiéndose ésta como la relación entre la distancia recorrida a lo largo de los poros y la longitud total de la muestra, tiene un papel relevante en ecuaciones como la de Carman (1937) para el flujo de agua a través de medios granulares. El objetivo principal de este trabajo es proporcionar un método para calcular la tortuosidad de los macroporos del suelo.

La Tomografía Axial Computerizada de rayos X es una técnica rápida que permite la construcción de imágenes tridimensionales de las columnas de suelo inalteradas. Las diferencias medidas en la absorción de los rayos X, desde diferentes ángulos de la muestra, son la base de la técnica para la visualización y la obtención de una imagen tridimensional. Diferentes estudios han utilizado esta técnica para discriminar las fases del suelo a partir de sus coeficientes de atenuación (Rogasik *et al.*, 1999), estudiar las propiedades mecánicas de los suelos (Nielsen and Mokwa, 2004) o comparar macroporos artificiales y naturales en muestras de suelo (Anderson *et al.* 1990).

Las imágenes generadas están en escala de grises (16 bits) en el que el valor de intensidad de cada pixel viene definido por el coeficiente de atenuación lineal del elemento que representa la imagen en ese pixel. Las unidades en las que se expresan son números TC o unidades Hounsfield, valores aproximados de diferentes elementos encontrados en el suelo son: aire: -1000, agua: 0, minerales: 2000-5000.

Muchas de las medidas de propiedades de los elementos (agregados, poros, raíces...) de la muestra como densidad superficial o volumétrica, sólo pueden realizarse si la imagen



está en escala binaria, es decir, hay transformar la imagen para que únicamente esté formada por dos tipos de elementos: los elementos de interés o primer plano, en este caso: los poros y el resto de elementos (segundo plano o fondo). El proceso por el cual se pasa de escala de grises a escala binaria se llama segmentación.

Tras la segmentación se pueden realizar diversas operaciones y medidas sobre los elementos que se encuentran en el primer plano. Las principales operaciones usadas en este trabajo son el conteo de objetos y la esqueletización. La esqueletización consiste en el adelgazamiento progresivo de los objetos transformándolos en sus ejes centrales. Esta transformación deja inalterados propiedades como la conectividad o la metricidad y nos da información de interés sobre la forma de los macroporos como es el número de ramas o, indirectamente, la tortuosidad del poro.

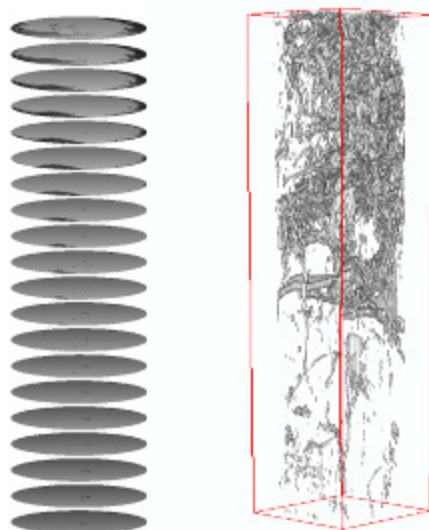
MATERIAL Y MÉTODOS

Se tomaron cuatro muestras de suelo en la finca de investigación “El Encín” situada en Alcalá de Henares y perteneciente al IMIDRA. Se muestrearon dos zonas de la finca, la primera zona es una zona de cultivo en surcos. En esta zona se tomaron las muestras Cultivo1 y Cultivo2. La segunda zona muestreada es una zona natural, en una de las terrazas del río Henares. Aquí se tomaron las muestras Río1 y Río2. Los recipientes para la extracción del suelo eran cilindros de metacrilato de 18 cm de altura y 7,5 cm de diámetro interior. Las muestras fueron tapadas por los extremos y precintadas para su traslado y análisis tomográfico al día siguiente.

Tabla 1.

Muestra	Arena %	Limo %	Arcilla %	M.O. %
Cultivo 1	3.43	35.79	60.78	1.62
Cultivo 2	3.28	30.3	66.42	1.52
Río 1	12.35	60.77	26.88	0.85
Río 2	20.53	55.61	23.86	0.57

Imagen 1. Pila de secciones y volumen segmentado



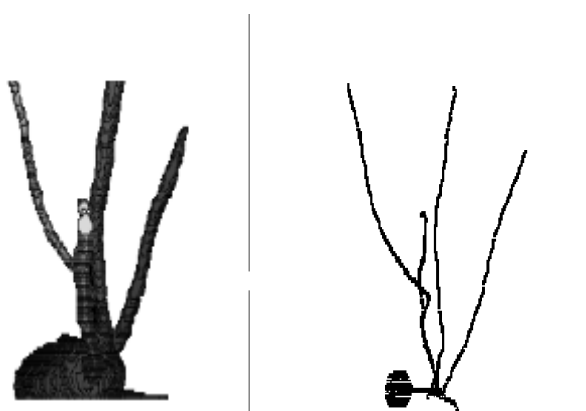
El tomógrafo empleado para la exploración de las muestras es un equipo TOSHIBA Aquilion con protocolo de adquisición helicoidal. Los parámetros exploratorios fijados para



el análisis de las muestras fueron: energía empleada 129 KeV, intensidad de corriente 350 μ A. La resolución del píxel es 0,15 mm y la profundidad del voxel es 0,29 mm.

El volumen reconstruido a partir de los datos proporcionados por el tomógrafo está formado por 620 secciones de 512 x 512 píxeles. Para el análisis de las imágenes se ha utilizado el programa de dominio público ImageJ 1.41. La segmentación de las imágenes se ha realizado por el método del valor fijo, estableciéndose este valor en 500 unidades Hounsfield debido a que es un valor mayor que los valores medios del aire y del agua y menor que el de los minerales. Los macroporos de la muestra pasan a formar el primer plano y la matriz de sólidos pasa a ser el fondo o segundo plano. Para el estudio de los objetos se ha usado el complemento de ImageJ "3D object counter", creado por S. Bolte & F. P. Cordelieres. Para el análisis del esqueleto de los objetos se ha utilizado el complemento Skeletonize3D y AnalyzeSkeleton, creado por Ignacio Arganda-Carreras.

Imagen 2. Macroporo y su esqueleto



RESULTADOS

Para cada macroporo de la muestra se calculó el volumen, la superficie y las dimensiones de la caja que lo contiene. En la tabla 2 se muestra un resumen de las características del conjunto de macroporos. La orientación se ha calculado para estimar la desviación de los poros con respecto a la vertical. Su cálculo para cada objeto se ha hecho dividiendo la altura de la caja entre la longitud de la diagonal de ésta. Por lo que es un valor comprendido entre 0 (horizontal) y 1 (vertical). El cálculo ponderado de la orientación se ha realizado multiplicando por el volumen de cada objeto para ver cuál es el peso en la orientación de los poros mayores. No se han podido observar diferencias en el número de macroporos o en la orientación con este número de muestras.

Tabla 2. Características de las columnas

Propiedad	Cultivo1	Cultivo2	Río1	Río2
Número de macroporos	2611	1849	2388	2790
Macroporosidad total (mm ³)	18419	46737	15515	41807
Radio hidráulico medio (mm)	0.08	0.07	0.07	0.06
Orientación media	0.393	0.403	0.370	0.415
Orientación ponderada con volumen	0.740	0.640	0.430	0.791

En la tabla 3 se muestran las medidas realizadas sobre 3 macroporos aislados (A, B y C) aislados de cada columna (Cultivo1, Cultivo2, Río1 y Río2). Los objetos seleccionados



son los que mayor longitud a lo largo de la vertical tienen en las muestras. Las últimas filas son medidas realizadas sobre los esqueletos de los objetos. Por último se muestra el valor estimado de la tortuosidad de los macroporos a partir del cociente entre la longitud de la rama o eje máximo del esqueleto y la distancia euclídea entre los extremos de dicho eje.

Tabla 3. Propiedades de los objetos

Propiedad	C1A	C1B	C1C	C2A	C2B	C2C	R1A	R1B	R1C	R2A	R2B	R2C
Volumen (mm ³)	15904	135	13	44109	1581	3	13678	104	69	40237	264	28
Superficie (mm ²)	43376	616	120	130837	6252	31	42731	661	311	113890	964	145
Número de ramas	50156	39	3	123481	797	1	46897	278	16	127091	44	8
Longitud rama máxima (eje)	103.5	16.7	22.3	11.2	139.4	12.8	15.2	8.4	30.1	22.9	18.1	8.9
Distancia euclídea de la rama máxima	95.0	10.9	19.2	7.9	137.2	11.2	5.8	5.7	22.6	16.9	15.7	8.8
Tortuosidad del eje máximo	1.09	1.53	1.16	1.42	1.02	1.15	2.63	1.47	1.33	1.36	1.15	1.02

CONCLUSIONES

Mediante la obtención de imágenes volumétricas del suelo se puede tener una representación de la organización espacial de la macroporosidad del suelo. La segmentación de las imágenes permite hacer medidas como la distribución de tamaños de poros o la forma de éstos. La transformación del eje medio para obtener el esqueleto de los objetos permite estudiar diferentes propiedades de los macroporos del suelo. La estimación de la tortuosidad de los macroporos a partir del esqueleto puede proporcionar una medida más exacta para evaluar la tortuosidad media de toda una muestra y estimar la de un tipo de suelo y poder así realizar mejores estimaciones de propiedades físicas del suelo como la permeabilidad. La actual investigación es un primer paso para la caracterización geométrica del espacio poroso y su influencia en procesos hidráulicos o de transporte de nutrientes o contaminantes.

AGRADECIMIENTOS

La estimación de la tortuosidad a partir del eje medio se ha podido realizar gracias a Ignacio Arganda-Carreras.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, S.H., Peyton, R.L. and Gantzer, C.J. 1990. Geoderma 46: 13–29
 Bolte, S. and Cordelières, F.P. 2006. Journal of Microscopy, volume 224, Issue 3: 213-232
 Carman, P.C., 1937. Fluid flow through a granular bed, trans. Inst. Chem. Eng. London. 15 150-156
 Nielsen, B.D. and Mokwa, R.L. 2004. Research report to the Western Transportation Institute, pp. 126.
 Rogasik, H., Crawford, J.W., Wendroth, O., Young, I.M., Joschko, M. and Ritz, K. 1999. Soil Science Society of American Journal. 63, 741-751
 Rasband, W.S., ImageJ, U.S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, 1997-2008
 Serra, J. 1982. Image analysis and Mathematical Morphology. Academic press, New York.



LA PREDICCIÓN METEOROLÓGICA, ¿POR QUÉ SE EQUIVOCA EL HOMBRE DEL TIEMPO?

Gili, Álvaro

*Departamento de Física y Mecánica Fundamentales y Aplicadas a la Ingeniería Agroforestal.
E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid
Correo electrónico: alvarostainboy@hotmail.com*

RESUMEN

Como es bien conocido, la agricultura está supeditada a la meteorología, por lo que es realmente importante conocer las condiciones atmosféricas en todo momento. En ocasiones, sin embargo, observamos como el hombre del tiempo se equivoca en sus predicciones, o bien éstas difieren de las que aportan otros meteorólogos. Resulta de especial interés entonces, realizar previsiones del tiempo fiables, pero la dificultad radica en una característica propia de los modelos meteorológicos (y en general, de los modelos no lineales): la sensibilidad extrema a las condiciones iniciales, también conocida como efecto mariposa.

En esta comunicación mostraremos como se manifiesta dicha propiedad en el modelo de convección de Lorenz, meteorólogo que fue uno de los padres de la denominada Teoría del Caos, teoría que estudia este tipo de sistemas.

Palabras clave: *predicción meteorológica, atractor de Lorenz, caos*

INTRODUCCIÓN

En la meteorología, ciencia que estudia la atmósfera y entre otras cosas trata de predecir el tiempo para determinadas zonas geográficas en un momento concreto, hasta 1950 se utilizaba un método que trazaba un mapa sinóptico del tiempo llamado mapa previsto. Actualmente se utilizan modelos matemáticos unidos a procesos teóricos y a la aplicación de nuevas tecnologías. Esto es la predicción numérica. Para ello, se toma la circulación atmosférica como un problema termodinámico y de mecánica de fluidos, considerando el aire como un fluido de densidad variable y con un calentamiento desigual sometido al influjo de la rotación terrestre y al rozamiento con el suelo.

Los aparatos de medida tienen una precisión finita, por lo que los datos recogidos tienen un error de precisión inevitable que, con la evolución de nuestro sistema, se agrava y nos conduce a no poder hacer predicciones a largo plazo. Según aumente el intervalo de tiempo nuestra previsión será menos certera, por esto a nivel local y a corto plazo (12 o 24 horas) es más probable predecir eficazmente la evolución de la atmósfera.

Una de las citas más conocidas de la teoría del caos: “Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil Set off a Tornado in Texas?”, enunciada por el meteorólogo Edward N. Lorenz durante un congreso en Washington DC en 1972, muestra la importancia que tiene la sensibilidad extrema a las condiciones iniciales en determinados sistemas dinámicos, lo que se conoce como *efecto mariposa*. Esta es la principal característica del comportamiento caótico y quiere decir que dos sucesos que empiezan en situaciones iniciales muy parecidas evolucionan de manera muy diferente a tiempo suficientemente largo. La consecuencia que esto produce en régimen caótico es que no se puede predecir el comportamiento del sistema a largo plazo ya que nunca vamos a poder conocer las condiciones iniciales del sistema con una precisión infinita.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para estudiar el comportamiento de la atmosfera utilizamos el modelo de Lorenz que consta tan solo de tres ecuaciones diferenciales de primer orden:

$$\frac{dX}{dt} = 10(-X + Y), \quad \frac{dY}{dt} = -XZ + rX - Y, \quad \frac{dZ}{dt} = XY - \frac{8}{3}Z.$$

(X, Y, Z) son los parámetros que rigen las trayectorias en el espacio de fases y r es el número de Rayleigh, el cual determina el grado de caos que tendrá nuestro sistema. Se trata de una simplificación de las ecuaciones del movimiento de convección de Rayleigh-Bénard.

Para realizar esta simulación representando los atractores y generando las trayectorias usamos un software escrito en lenguaje de programación Java. El método de integración numérica empleado es Runge-Kutta de 4º orden y paso fijo. Este simulador pertenece a la asignatura bajo la plataforma Moodle "Iniciación a la Teoría del Caos y Fractales" (oferta global de libre elección UPM) así como a la asignatura bajo plataforma Moodle "Taller de Caos" (programa de doctorado UPM "Física de Sistemas Complejos").

RESULTADOS

En la figura 1 se representa el espacio de fases para cada uno de los tres rangos cualitativamente diferentes del parámetro r mediante tres ejemplos representativos que describiremos a continuación.

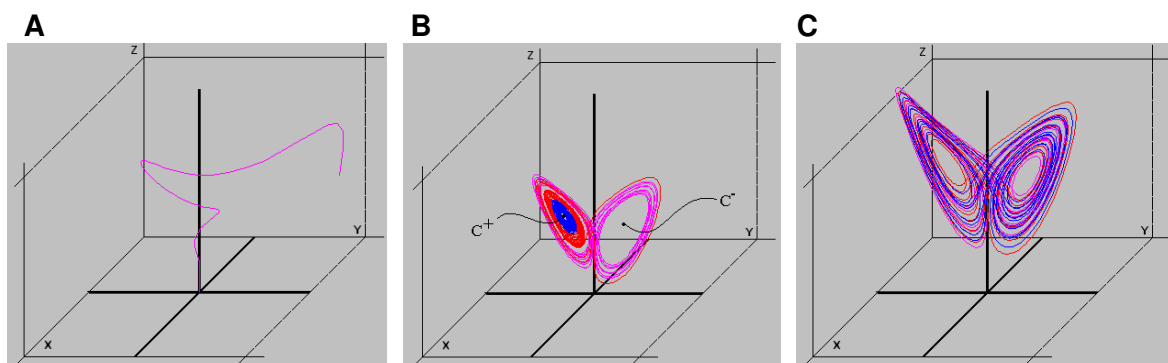
Para el primer intervalo $0 < r < 1$, independientemente del punto de partida de nuestro sistema, las trayectorias siempre acaban en el origen de coordenadas, por lo que éste será nuestro punto atractor en estas condiciones. Un ejemplo de este caso lo encontramos en la figura 1A.

Para el intervalo $1 < r < 24,74$ ya nos encontramos en una situación como la del ejemplo de la figura 1B en el que el origen pierde su estabilidad y aparecen dos nuevos puntos de atracción, estos puntos son C^+ y C^- cuyas coordenadas son:

$$C^+ = \left(+\sqrt{10(r-1)}, +\sqrt{10(r-1)}, (r-1) \right), \quad C^- = \left(-\sqrt{10(r-1)}, -\sqrt{10(r-1)}, (r-1) \right).$$

Las trayectorias en este intervalo de r convergen a uno de los dos atractores dependiendo de las condiciones iniciales. Por tanto podemos ver como la trayectoria dibujada representan dos zonas circulares en la que los centros de estas serian los atractores. Para la r tomada y unas condiciones iniciales concretas, tenemos esta figura en la que se ve como se decanta por terminar en C^+ y no en el de la derecha. Cambiando las condiciones de partida se vería como cambia y termina en C^- . Esto nos demuestra la importancia de las condiciones iniciales en un sistema no lineal como el nuestro.

Figura 1. Espacio de fases.



Para $r > 24,06$ aparece el atractor extraño, como el que se muestra en la figura 1C. En estas condiciones una trayectoria, a tiempo suficientemente largo, jamás se corta a sí misma, lo que nos lleva a descubrir que se trata de un objeto fractal, es decir, tiene



dimensión no entera. Esta figura es de dimensión 1, dado que se trata de una trayectoria a tiempo finito, el verdadero atractor fractal es teórico y tendríamos que hacer el límite a tiempo infinito, el cual solo podremos representar de forma aproximada.

No es posible conocer el comportamiento exacto que va a tener una trayectoria, no obstante podemos hacernos una idea global de por qué zonas va a discurrir y cuando lo hará. Es aquí cuando surgirán más problemas en nuestras previsiones meteorológicas. Cuanto mas metidos estemos en esta zona caótica, más difícil será hacer una predicción fiable ya que más enmarañada estará nuestra trayectoria y más imprevisible será.

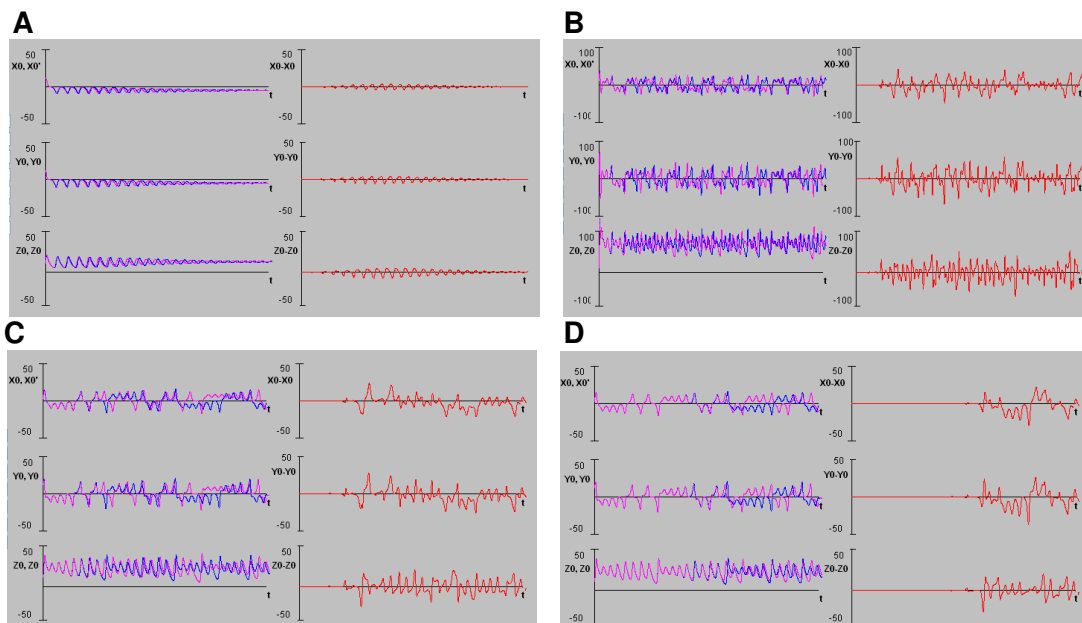
Las trayectorias orbitan en torno a los puntos $C^{+/-}$, pero a diferencia del caso anterior, no confluyen en ninguno de ellos. Éstas cambian de ala cuando se alcanza una determinada amplitud, pasando de una a la otra invirtiendo la dirección de giro, como ocurre con un fluido en convección.

Obsérvese que existe una zona entre $r = 24,06$ y $24,74$ en que coexisten los atractores de punto fijo C^{+} y C^{-} y el atractor extraño.

Ahora que ya conocemos como se comporta un sistema como el de Lorenz en el espacio de fases, vamos a analizar como puede variar dicho sistema en el tiempo y justificaremos el ya citado efecto mariposa.

Gracias al programa de simulación que hemos empleado también podemos ver como evoluciona nuestro sistema con respecto al tiempo y según las condiciones iniciales desde las que partimos. En la figura 2 encontramos varias agrupaciones de graficas, las de la izquierda muestran dos trayectorias desde puntos de partida muy próximos por lo que se puede ver la extrema sensibilidad a las condiciones iniciales; las de la derecha reflejan las diferencias entre estas trayectorias. Así podemos comprobar como partiendo de situaciones muy cercanas el sistema puede evolucionar de forma completamente distinta a partir de un determinado momento.

Figura 2. Evolución temporal de trayectorias con condiciones iniciales muy cercanas.



En los dos primeros supuestos ($0 < r < 1$ y $1 < r < 24,74$), una pequeña diferencia en las condiciones iniciales no supone una gran diferencia en el resultado final, como se muestra en la figura 2A. Estamos en una situación no caótica.

En el tercer caso ($r > 24,06$), una ligera diferencia en las condiciones de partida sí que da lugar a evoluciones temporales muy diferentes, como se puede observar en la figura 2B,



de modo que una pequeña imprecisión en nuestros datos de inicio puede dar lugar a predicciones completamente erróneas. Estamos, por tanto, en el régimen caótico. En las figuras C y D se muestra la importancia de la precisión de nuestras medidas. Ambas parten de condiciones iniciales similares, pero C tiene una precisión menor (0,1) que D (0,0001). Así se puede comprobar como realizando medidas más precisas podemos aumentar el tiempo para el que se mantendrá la validez de nuestras previsiones. Esto siempre será a corto o, dependiendo de lo que consideremos, medio plazo, porque como se observa llega un momento en que vuelven a diferenciarse las trayectorias. Cuanto mas inmersos estemos en la zona caótica más pronunciado será este fenómeno, es decir, menos tiempo perdurará la validez de nuestra previsión, aunque tengamos medidas muy precisas.

CONCLUSIONES

Actualmente, se puede predecir el tiempo a corto plazo; y en algunos casos también a medio plazo dependiendo de las condiciones de la atmosfera, es decir, del grado de caos que presente ésta.

En situaciones inestables, el error en las condiciones iniciales, consecuencia de la precisión finita de las medidas experimentales, crece muy rápidamente, debido a la sensibilidad extrema a las condiciones iniciales que presentan los modelos atmosféricos. El aumento de la precisión de los instrumentos de medida puede ayudarnos a aumentar el tiempo de la previsión, pero siempre sujeto a cuan caótica sea nuestra atmósfera. En cualquier caso, en una situación altamente caótica en la atmósfera, y con medidas experimentales muy precisas, incluso las predicciones a corto plazo pueden fallar.

AGRADECIMIENTOS

A Francisco Javier Arranz por su inestimable colaboración y apoyo; y a Rosa María Benito por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Benito R. M. 1999. "El caos: la tercera revolución científica de la física del siglo XX", ciclo de conferencias sobre humanidades, ingeniería y arquitectura de la UPM, pp. 51-61.
- Crutchfield J. P., J. D. Farmer, N. H. Packard, R. S. Shaw. 1994. "Orden y caos", Ed. Prensa Científica, pp. 78-90.
- Cuadrat J. M., M. F. Pita. 2004. "Climatología", Ed. Cátedra, pp. 336-342.
- Fernández-Rañada A. 1994. "Orden y caos", Ed. Prensa Científica, pp. 66-77.
- Fuentes Yagüe J. L. 2000. "Iniciación a la meteorología y la climatología", Ed. Mundi-Prensa, pp. 179-181.
- Gleick J. 1994. "Caos. La creación de la ciencia", Ed. Seix Barral, pp. 17-40.
- Gribbin J. 2006. "Así de simple. El caos, la complejidad y la aparición de la vida", Ed. Crítica, pp. 69-97.
- Lorenz E. N. 2000. "La esencia del caos", Ed. Debate.
- Oldani J. 2007. "La meteorología", Ed. De Vecchi, pp. 75-80.

SESIÓN C2



IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS NECESIDADES HÍDRICAS DE LOS CULTIVOS EN ESPAÑA

Salamanca, Susana

Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

Correo electrónico: ssg@alumnos.upm.es

RESUMEN

El propósito de este trabajo es estimar las variaciones en los requerimientos hídricos de los principales cultivos españoles, por medio de la Evapotranspiración Potencial (ETP), en función de un incremento de temperatura, entre 0.5 y 2.0 °C, como sugiere el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) hasta 2050.

A partir de los datos de treinta y seis estaciones agroclimáticas, procedentes del Sistema de Información Agrícola al Regante (SIAR), se ha calculado la Evapotranspiración de Referencia (ET_0), de acuerdo con la ecuación de Penman-Monteith recomendada por la FAO. Para los principales cultivos españoles, se han calculado los incrementos de Evapotranspiración Potencial ($ETP = K_c \cdot ET_0$) en función de los incrementos de temperatura pronosticados por el IPCC y los coeficientes de cultivo (K_c) recomendados por la FAO. Los resultados obtenidos se han representado mediante GIS sobre España peninsular. Esta estimación permite conocer: 1, los nuevos requerimientos hídricos de los cultivos de regadío y 2, estimar las pérdidas de rendimiento para cultivos de secano.

Palabras clave: cultivos, cambio climático, evapotranspiración de referencia

INTRODUCCIÓN

Son muchos los autores que piensan que el efecto del Cambio Climático (CC) debe ser tenido en cuenta a la hora de tomar decisiones en relación con el medio ambiente. Esto es algo que las autoridades pueden haber percibido –pero quizás demasiado tarde– para evitar algunos de los efectos negativos que el CC puede desencadenar.

Aunque existe una gran controversia en cuanto al origen del CC, la mayoría de los expertos coinciden en situar estos cambios en la responsabilidad humana, especialmente debido a las emisiones de gases de efecto invernadero. Los cambios más importantes, debidos al CC, que cabe esperar son: temperaturas más altas y precipitaciones con diferente intensidad y frecuencia.

En Agricultura, el CC agrava el problema de la escasez de agua. En lo que concierne al rendimiento, los efectos del CC sobre los cultivos son mayoritariamente causados por variaciones en la disponibilidad del agua. Cuando la temperatura aumenta y las precipitaciones disminuyen, los requisitos de agua de los cultivos aumentan; este incremento debe ser evaluado.

MATERIAL Y MÉTODOS

La ETP de treinta y seis estaciones agroclimáticas, distribuidas por todo el territorio nacional, ha sido calculada para diferentes incrementos de temperaturas, a partir de los coeficientes de cultivo (K_c) y la Evapotranspiración de Referencia (ET_0). La ET_0 ha sido calculada según la fórmula de Penman-Monteith (ALLEN *et al.*, 2002), recomendada por la Food and Agricultural Organization (FAO).



RESULTADOS

Figura 1. Incremento mensual de la Evapotranspiración de Referencia (ET_0), expresada en mm y porcentaje, para diferentes incrementos de temperatura.

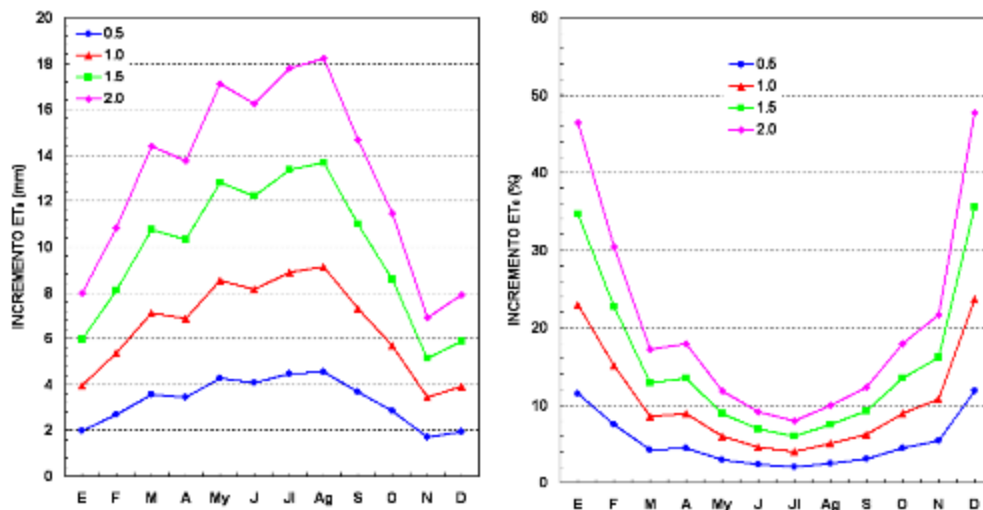


Figura 2. Distribución del incremento de ET_0 para el mes de agosto a partir de un incremento de temperatura de 1 °C. En el trabajo completo se muestran mapas similares al de la figura, para todos los meses del año y para incrementos de temperatura comprendidos entre 0.5 y 2.0 °C.



VARIABLE	E	F	M	A	M ₂	J	JL	Ag	S	O	N	D	AÑO
z ₀				0.75	0.35	1.23	1.73	0.30	0.63				
z ₀ (m)				0.75	12.7	219.26	267.25	16.401	17.62				512
z ₀ (m)	31	28	31	23	5	30	51	31	23	3	30	51	555
ETP (mm día ⁻¹)				1.52	4.43	7.14	8.63	6.32	2.28				23.78
z ₀ (m)				16.3	18.2	18.5	21.3	18.4	6.3				5.26
z ₀ (m)				3	1	9	8	10	2				5.16
z ₀ (m)				5	4	3	2	3	4				23



CONCLUSIONES

Como consecuencia del estudio realizado, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

1. Las hipótesis más verosímiles nos llevan a pensar que el incremento de temperatura más probable que puede alcanzarse durante los próximos 50 años, como consecuencia del Cambio Climático, se halla comprendido entre 0.5 y 2.0 °C.
2. A partir de los datos agroclimáticos suministrados por la red SIAR, la ecuación de Penman-Monteith, recomendada por la FAO, permite calcular los incrementos de Evapotranspiración de Referencia (ET_0), la cual nos permite calcular el incremento de Evapotranspiración Potencial (ETP, mm) que se alcanzaría, para diferentes cultivos, como consecuencia de los incrementos de temperatura sugeridos por el Panel Intergubernamental del Cambio climático (IPCC). A nivel peninsular, estos resultados han sido expuestos en diversos mapas, clasificados por meses, cultivos e incrementos de temperatura.
3. En España, la variación incremental de ET_0 , en función del incremento de temperatura, para un rango de 0.5 a 2.0 °C, oscila entre 0.62 (Burgos) y 1.55 (Canarias).
4. Mediante la aplicación informática desarrollada en este trabajo, podemos estimar el número de días de riego adicionales que deberían ser considerados, mes a mes, como consecuencia de un incremento de temperatura, para un cultivo y provincia determinados.
5. A lo largo de la revisión bibliográfica que hemos realizado, ésta es la primera aproximación numérica que conocemos que permite traducir en necesidades adicionales de riego los posibles incrementos de temperatura vaticinados por el IPCC.

AGRADECIMIENTOS

A la Entidad Estatal del Seguro Agrario (ENESA), al Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios y Medioambientales (CEIGRAM), al Sistema de Información Agrícola al Regante (SIAR), a la Empresa de Transformación Agraria, SA (TRAGSA) y a la Subdirección General de Regadíos y Economía del Agua del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM).

BIBLIOGRAFÍA

- ARCGIS 9.2 ,2008. ArcGis 9.2: User's Manual. ESRI Inc., USA.
- Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M., 2002. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Food and Agriculture Organization, Roma. 301 p.
- Bernstein, L., Bosch, P., Canziani, O., Chen, Z., Christ, R., Davidson, O., Hare, W., Huq, S., Karoly, D., Kattsov, V., Kundzewicz, Z., Liu, J., Lohmann, U., Manning, M., Matsuno, T., Menne, B., Metz, B., Mirza, M., Nicholls, N., Nurse, L., Pachauri, R., Palutikof, J., Parry, M., Qin, D., Ravindranath, N., Reisinger, A., Ren, J., Riahi, K., Rosenzweig, C., Rusticucci, M., Schneider, S., Sokona, Y., Solomon, S., Stott, P., Stouffer, R., Sugiyama, T., Swart, R., Tirpak, D., Vogel, C., Yohe, G., 2007. Cambio Climático 2007. IPCC, Geneva. 104 p.
- SYSTAT-12 (2008). SYSTAT-12: Getting Started. SYSTAT Software, Inc., San José, California, USA.



CARACTERIZACIÓN SIMBIÓTICA Y FILOGENÉTICA DE RIZOBIOS QUE NODULAN LA NUEVA ESPECIE *Lupinus mariae-josephi*

Sánchez, Paloma; Sánchez Carmen; Polajnar, Mira

Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas. Dpto. de Biotecnología. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

Correo electrónico: paloma.sanchez.j@gmail.com; mcarmen_s_c@hotmail.com; mira.jagoba@gmail.com

RESUMEN

Una nueva especie de altramuza, *Lupinus mariae-josephi*, ha sido identificado recientemente en Valencia (Pascual, H.). Esta especie, a diferencia de las descritas en la Península ibérica y en el viejo mundo, no crece en suelos ácidos sino en suelos alcalinos y con alto contenido en calcio.

El objetivo general de este proyecto es investigar si existen diferencias fenotípicas y genéticas entre los rizobios que nodulan *Lupinus mariae-josephi* y lupinos de suelos ácidos nativos de la Península Ibérica (*Lupinus angustifolius*, *L. luteus* y otras cuatro especies).

En este proyecto se han aislado bacterias (rizobios) de nódulos de *L. mariae-josephi* a partir de suelos básicos de Valencia (localidad de LLombai) y se está realizando su caracterización a nivel morfológico, nutricional, simbiótico y molecular.

A nivel molecular se han comparado los genes "housekeeping" 16S rRNA, *recA*, *atpD*, *gln2* y el simbiótico, *nodC* de diversas cepas que nodulan *L. mariae-josephi* y con cepas de otras especies de rizobios.

Por otra parte, también se está evaluando la capacidad de *L. mariae-josephi* de ser nodulada por diferentes rizobios bajo condiciones bacteriológicamente controladas.

Palabras clave: *Lupinus*, nodulación, rizobios

INTRODUCCIÓN

El Género *Lupinus*, de nombre común altramuza, pertenece a la familia de las leguminosas; sus semillas, junto con las de la soja son una de las fuentes más ricas en proteína vegetal. Es un género de gran interés debido a su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico, como otras leguminosas, gracias a la simbiosis con bacterias, globalmente conocidas como rizobios, mediante la formación de nódulos radiculares en los cuales se realiza dicha fijación. Su cultivo se ha realizado desde la antigüedad para la alimentación tanto humana como animal y para enterrado en verde con el fin de mejorar la fertilidad de los suelos. La mayoría de los lupinos son endémicos de América, pero algunos proceden del Viejo Mundo; en la Península Ibérica crecen ocho especies de este género siempre en suelos ácidos.

Una nueva especie de lupino, *Lupinus mariae-josephi*, ha sido recientemente descubierta en una región de Valencia con la especial característica de crecer en suelos alcalinos y con alto contenido en calcio. Las poblaciones de dicha especie se encuentran en peligro de extinción por lo que se han definido Microrreservas para su conservación.

En este proyecto se pretende la caracterización a nivel fisiológico, simbiótico y molecular de las cepas de rizobios que nodulan *L. mariae-josephi*, aisladas a partir de suelos de la Región Valenciana mencionada anteriormente mediante el uso de plantas trampa.

MATERIAL Y MÉTODOS

MATERIAL BIOLÓGICO BACTERIANO:

Las cepas utilizadas en este trabajo son las siguientes.

13 cepas aisladas en nuestro campo:

- *L. mariae-josephi*: A₂, B₁, B_{1b}, B_{2b}, B₃, B₄, B_{4a}, B_{4b}, C, D_{2b}, D₃₂, H_{2p}, H₂.

37 cepas, varias aisladas de otros lupinos en nuestro campo y otras cedidas por otro laboratorio:

- *L. luteus*: Islu 8, Islu 15, Islu 23, Islu 78.



- *L.cosentini* : Islu 12, Islu 9.
- *L.hispanicus* : Islu 40, Islu 19, Islu 21, Islu39, Islu41.
- *L.angustifolius*: Islu101, Islu 22, Islu 28, Islu 38, Islu 90, Islu 98.
- *L.micranthus* : Islu 122, Islu 13, Islu14.
- *L.albus* : Islu 203, Islu 27.
- *Ornithopus compressus* : Islu 16, Islu 33, Islu 127, Islu 154, Islu255, Islu 16/0/3, 861.
- *Glycine max*: Islu SJ92, Islu SJ93, Islu SJ94, Islu SJ98, Islu SJ99.
- *Vigna sp.* : 924.
- *Lotus corniculatus*: 835, TONO.

MEDIOS Y CONDICIONES DE CULTIVO:

Las cepas de rizobios utilizadas en este estudio se cultivaron a 28°C en los siguientes medios: YMB: extracto de levadura 0,4 g/l, manitol 1g/l, NaCl 0,1 g/l, K₂HPO₄ 0,5 g/l, MgSO₄ para crecimiento general y conservación de las cepas. ELM: extracto de levadura 1g/l, manitol 10g/l, NaCl 0,1 g/l, K₂HPO₄ 0,2 g/l, MgSO₄ 0,2 g/l, KH₂PO₄ 0,3 g/l, Cl₂Ca 0,05 g/l, Cl₃Fe 0,01 g/l.

EXTRACCIÓN DE ADN TOTAL:

El ADN total de las diferentes bacterias fue obtenido a partir de 2 ml de cultivo en fase exponencial en medio YMB según el método descrito por Corbin *et al.*(1982) y modificado por Leyva *et al.*(1987).

AMPLIFICACIÓN DE ADN POR EL MÉTODO DE PCR:

Las secuencias de los oligonucleótidos utilizados fueron obtenidos del estudio de varios artículos según el gen a amplificar. La técnica de PCR se adaptó para cada gen en cuanto a tiempo, temperatura de la fase de anillamiento y concentración de ADN empleado. Se han elegido los genes *16S rRNA*, *recA* (recombinasa A), *atpD* (ATP - asa), *glnII* (Glutamina sintetasa) como genes de funciones básicas (housekeeping). También se ha escogido *nodC* como gen simbiótico. Una vez obtenidos los productos de amplificación de la PCR se purificaron utilizando un Kit comercial "QIAquick PCR Purification Kit (250)" y fueron secuenciados por la empresa MACROGEN (Korea).

ANÁLISIS FILOGENÉTICO:

Las secuencias obtenidas para cada gen fueron sometidas a un alineamiento previo mediante el programa Sequencher con objeto de definir una región común. Los alineamientos de las secuencias fueron obtenidos usando el programa ClustalX siguiendo el análisis neighbor-joining de distancias según el número de cambios nucleotídicos en las secuencias. Con objeto de elaborar el árbol filogenético más probable se realizó un análisis tipo bootstrap. Los árboles filogenéticos obtenidos a partir de los alineamientos se visualizaron gracias al programa TreeView.

CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS EN CONDICIONES BATERIOLÓGICAMENTE CONTROLADAS:

En los ensayos realizados para estudiar el comportamiento simbiótico de las cepas aisladas de *Lupinus mariae-josephi* se han utilizado semillas de las siguientes especies: *L.mariae-josephi*, *L. luteus*, *L. cosentini*, *L. angustifolius*, *L. albus*, *L. micranthus*, *L. gredensis*, *L. hispanicus*, *Ornithopus compressus*, *Glycine max.*, *Vigna sp.* y *Lotus corniculatus*. De estas semillas, *L.mariae-josephi*, *L. luteus*, *L. cosentini*, *L. angustifolius*, *L. micranthus* y *L. hispanicus* fueron escarificadas mecánicamente y esterilizadas sumergiéndolas un minuto en alcohol seguido de tres minutos en hipoclorito sódico al 20% y diez lavados en agua de medio minuto cada lavado. Las demás fueron esterilizadas siguiendo el mismo protocolo sin escarificación previa. Las semillas se mantuvieron a 28°C durante varios días para su germinación en agar-agua (1%). Las semillas de *Ornithopus compressus* se mantuvieron a 4°C (también en agar-agua (1%)) durante 48 horas antes de incubarlas a 28°C para su germinación. Una vez germinadas, las semillas se sembraron en unidades tipo Leonard con vermiculita como soporte inerte. Cada unidad se inoculó con 4 ml de cultivo de los correspondientes rizobios en YMB a 28°C durante un tiempo determinado dependiente de cada cepa oscilante entre 6 y 10



días. Por último, las plantas crecieron en cámara climática provista de iluminación (16h/día) y un ciclo de temperatura día/noche de 25°C / 18°C entre cuatro y cinco semanas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis filogenético de las cepas aisladas de la nueva especie *L. mariae-josephi* :

- Mediante el análisis de las secuencias del gen **16SrRNA**, utilizado frecuentemente para clasificar microorganismos, se obtuvieron los siguientes resultados:

Los genes *16SrRNA* más parecidos a los *16SrRNA* de los rizobios aislados de *L. mariae-josephi* correspondieron a genes de bacterias del género *Bradyrhizobium*. Dentro del género *Bradyrhizobium*, la especie más próxima a los aislados de *L. mariae-josephi* correspondió a *B.elkani*. En una comparación filogenética del gen *16SrRNA* con genes de bacterias de la familia Rhizobiaceae, se observó que todos los genes de rizobios procedentes de *L. mariae-josephi* se agrupaban separados de los genes de bacterias que nodulan otros lupinos de la Península Ibérica. Se observó que en el análisis de este gen, las cepas de rizobios están alejadas de cepas del género *Mesorhizobium*, *Sinorhizobium*, *Azorhizobium* y *Rhizobium*.

- El análisis del gen **nodC**, implicado en la nodulación de leguminosas, mostró unas relaciones filogenéticas distintas a las encontradas con el gen *16SrRNA*.

En este análisis se observó que :

Los genes *nodC* de las bacterias aisladas de *L. mariae-josephi* volvieron a agrupar en conjunto y separados del grupo de las bacterias aisladas de lupinos de la Península Ibérica.

La proximidad de las cepas de *L. mariae-josephi* en este caso es mayor con las cepas aisladas de lupinos de la península que con las cepas de *B.elkani*, *Mesorhizobium* y *Sinorhizobium*. Estas diferencias son debidas a la influencia de la planta (*Lupinus*) en la selección de los genes simbióticos que determinan la nodulación. El gen *nodC* codifica para la quitina sintetasa que fija la longitud de los factores de nodulación.

Figura1. Árbol filogenético 16SrRNA

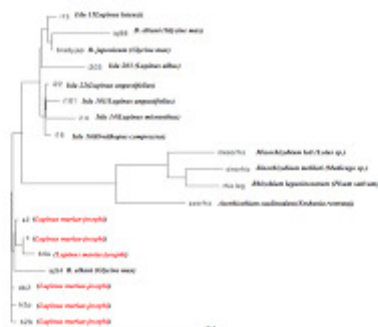
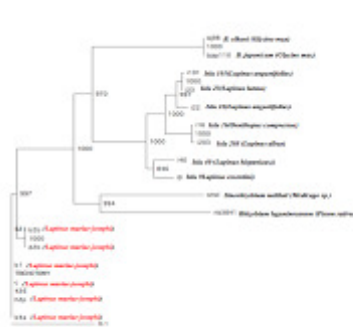


Figura2. Árbol filogenético nodC



Caracterización simbiótica de las cepas aisladas de *L. mariae-josephi*:

Los ensayos de nodulación cruzada fueron realizados en dos vertientes diferentes : por un lado se pretendió estudiar la capacidad simbiótica de las cepas aisladas en *L. mariae-josephi* para nodular especies de lupinos de la península y otras leguminosas cercanas; por otro lado, se analizó la especificidad simbiótica de *L. mariae-josephi* para ser nodulada por cepas aisladas de lupinos de suelos ácidos.

Estos ensayos han revelado que las cepas procedentes de *L. mariae-josephi* no nodulan *L. angustifolius*, *L. luteus*, *L. micranthus* y *L. gredensis* ni *L. hispanicus*. No obstante, dichas cepas sí nodulan y fijan nitrógeno aunque pobremente con *L.cosentini* y *L.albus*; la nodulación de *L. albus* por cepas de *L. mariae-josephi* no es muy significativa ya que esta especie es nodulada por una amplia gama de rizobios. Estas cepas, nodulan pobremente a *Vigna sp.*, pero sin fijar nitrógeno.



Se observó también que las cepas aisladas de *L. angustifolius*, *L. luteus*, *L. albus*, *L. cosentini*, *L. micranthus* y *Vigna sp.* nodulan escasamente a *L. mariae-josephi*, pero no fijan nitrógeno.

CONCLUSIONES

Las cepas aisladas de la nueva especie *L. mariae-josephi*, pertenecen al género *Bradyrhizobium* en base al análisis del gen *16SrRNA*. Estos datos preliminares sugieren que los rizobios aislados de *L. mariae-josephi* están más próximos a *B. elkani* que a los rizobios aislados de lupinus de suelos ácidos nativos de la península. En base al análisis de *nodC* se pudo observar que las cepas procedentes de *L. mariae-josephi* se asemejan a las cepas procedentes de especies de lupinos de la península que a *B. elkani*, posiblemente por la importancia de la planta hospedadora en la relación de los genes simbióticos.

Se puede concluir de este trabajo que los rizobios que nodulan *L. mariae-josephi* en suelos alcalinos y calcáreos poseen características simbióticas y genéticas distintas de los rizobios de lupinos que crecen en suelos ácidos en la Península Ibérica. Entre estas características se han destacado la especificidad tanto en nodulación como en fijación de nitrógeno, de *L. mariae-josephi* con respecto a dichos lupinos con excepción de *L. cosentini* y *L. albus*.

Además, la caracterización fisiológica revela un mayor tiempo de generación para las cepas nodulantes de *L. mariae-josephi* que en el resto de las cepas de *Bradyrhizobium*.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a todo el equipo del laboratorio, Luís, Tomás, Pepe, Belén, Juan, Anabel, Carmen, Víctor, Rosabel, Javier... por ayudarme siempre que lo necesito cada día, uno tras otro; gracias por vuestra paciencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Corbin, D., Ditta, G., and Helinski, D.R. (1982) Clustering of nitrogen fixation (*nif*) genes in *Rhizobium meliloti*. *J Bacteriol* 149: 221-228.
- Harrison, C. J., Langdale, J.A. (2006) A step by step guide to phylogeny reconstruction. *The Plant Journal* 45: 561-572.
- Herrera-Cervera, J.A., Caballero-Mellado, J., Laguerre, G., Tichy, H-V., Requena, N., Amarger, N., Martínez-Romero, E., Olivares, J., Sanjuán, J., (1999) At least five rhizobial species nodulate *Phaseolus vulgaris* in a Spanish soil. *FEMS Microbiology Ecology* 30: 87-97.
- Gaunt, M.W., Turner, S.L., Rigottier-Gois, L., Lloyd-Macgilp, S.A., Young, J.P.W. (2001) Phylogenies of *atpD* and *recA* support the small subunit rRNA-based classification of rhizobia. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 51: 2037-2048.
- Laguerre, G., Nour, S. M., Macheret, V., Sanjuán, J., Drouin P., Amarger, N. (2001) Classification of rhizobia base don *nodC* and *nifH* gene análisis reveals a close phylogenetic relationship among *Phaseolus vulgaris* symbionts. *Microbiology* 147: 981-993.
- Leyva, A., Palacios, J.M., Mozo, T., and Ruiz-Argueso, T. (1987) Cloning and characterization of hydrogen uptake genes from *Rhizobium leguminosarum*. *J Bacteriol* 169: 4929-4934
- Pascual, H. (2004) *Lupinus mariae-josephi* (Fabaceae), nueva y sorprendente especie descubierta en España. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 61(1): 69-72.
- Stepkowsky, T., Hughes, C.E., Law, I.J., Markiewicz, L., Gurda, D., Chlebicka, A., Moulin, L. (2007) Diversification of Lupine *Bradyrhizobium* strains: evidence from nodulation gene trees. *Applied and Environmental Microbiology*, May 2007, 3254-3264.
- Temprano Vera, F. (1990) Evaluación de la capacidad simbiótica de poblaciones nativas de *Bradyrhizobium sp.* (*Lupinus*) y de la necesidad de inoculación de altramuces (*Lupinus sp.*) en suelos españoles. Tesis Doctoral.
- Turner, S.L., Young, J.P.W. (2000) The glutamina synthetases of Rhizobia: phylogenetics and evolutionary implications. *Mol. Biol. Evol.* 17(2): 309-319.
- Vincent, J., M. (1970) A manual for the practical study of root-nodule bacteria. Oxford: Blackwell Scientific Publications, Ltd.
- Vinuesa, P., Silva, C., Werner, D., Martínez-Romero, E. (2005) Population genetics and phylogenetic inference in bacterial systematics: the roles of migration and recombination in *Bradyrhizobium* species cohesion and delineation. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 34: 29-54.



IMPACTO Y RIESGO DE SEQUÍA EN EL REGADÍO ESPAÑOL: UNA APLICACIÓN EN EL ALTO ARAGÓN

Gil, Marina

Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

RESUMEN

La escasez de recursos hídricos es un riesgo natural al que se enfrenta la agricultura, especialmente en España dicho fenómeno es reiterativo debido al clima mediterráneo. El presente estudio evalúa tanto el impacto como el riesgo de sequía, ambos en términos económicos. En concreto mide los daños que se producen sobre la producción agraria de regadío y el riesgo al que se enfrentan los regantes ante situaciones de escasez. Para este fin se ha empleado un modelo econométrico que engloba variables tanto económicas como hidrológicas, y se aplica sobre 13 zonas regables. Los resultados permiten disociar los efectos propios de la sequía de los derivados de las variaciones de precios en los mercados. Las conclusiones revelan la alta dependencia de los regadíos de las dotaciones a la vez que demuestran que en muchas ocasiones no son las sequías las principales causantes de los daños.

Palabras clave: *sequía, impacto económico, análisis del riesgo*

INTRODUCCIÓN

Existen numerosas definiciones de sequía (Vogt and F. Somma. 2000, Iglesias et al. 2007a). De manera muy general podemos asumir que la sequía es un peligro natural con consecuencias perjudiciales, que se origina a partir de una deficiencia de las precipitaciones y que resulta en la escasez de agua destinada a alguna actividad, (Whilite 1993). Esto junto con su amplio alcance hace que sus efectos sobre la economía sean difíciles de identificar y cuantificar. Distintos autores centran sus esfuerzos en este fin, mediante el análisis de las pérdidas de cosecha en cultivos de cereales (Fisher 2003), o en distintos cultivos (Martínez-Cachá 2004), mediante un estudio del impacto socioeconómico (Gomez-Limón 2002), o con un enfoque político, como lo hace Booker proponiendo estrategias para minorizar el impacto económico de la respuesta a las políticas de gestión de sequía, (Booker et al. 2005b, Ward y Booker 2006) o mediante el cálculo del coste para los agricultores de la sequía de los años 90 en la cuenca del Guadalquivir (Iglesias et al. 2003). Este trabajo pretende medir a través de un modelo los daños económicos que se producen sobre la producción de regadío separándolo de otros factores que puedan influir sobre esas pérdidas, como puede ser la volatilidad de los mercados agrarios. En un segundo paso, con el mismo modelo se calcula el riesgo económico asociado a la escasez de agua para riego. Por tanto, este trabajo trata de combinar ambas visiones. La valoración del impacto se desarrolla a dos niveles, uno provincial y otro menor de Unidad de Demanda Agraria (UDA). En este caso se ha seleccionado la provincia de Huesca y como UDA la Zona Regable del Canal de Cinca (dentro de los Riegos del Alto Aragón). La contrastación de ambos niveles es interesante para identificar los factores hidrológicos, económicos y coyunturales que explican las variaciones de producción y rentabilidad de la actividad agraria de regadío.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se define un modelo explicativo de la variable Valor de Producción ($VPR = Y_{it}$), que se considera en un caso provincial (i) y en otro de menor escala la unidad geográfica es la UDA (i). Este valor económico se expresa en € constantes de 2001 y el modelo queda definido por la siguiente fórmula:

$$VPR_{it} = a_i + b_i T + c_i \%R + d_i Ip + \varepsilon_{it} \quad [Ec1]$$

Donde VPR_{it} es el valor de producción de regadío de Huesca (en el caso provincial) o de la Zona regable del Canal de Cinca (en el caso de UDA), que incluye tanto los cultivos protegidos, como al aire libre y en cultivo asociado. Los coeficientes a_i representan i (factores que no cambian en el tiempo) y que proporcionan el valor de producción de base de cada unidad geográfica. T es la variable explicativa que recoge el tiempo en años, $\%R$ el porcentaje de reservas en embalses de la cuenca del Ebro (en el caso provincial) y del embalse el Grado (en el caso concreto de la UDA), e Ip el índice de precios ponderado para cada unidad geográfica.

El término de error se supone $E(\varepsilon_{it}) = 0$ y $\sigma_\varepsilon^2 = \sigma^2$. Recoge aquellas variables que se omiten en la ec1, como por ejemplo el uso de aguas subterráneas.

La ecuación (ec1) es una formulación sencilla que ofrece potencial explicativo, ya que consigue una visión bastante completa de los efectos de la sequía. Su interés radica en poder explicar la variabilidad de la variable endógena, VPR_{it} , aislando los efectos de la tendencia, la variación del stock de agua disponible para riego con aguas superficiales y el índice de precios.

Se han realizado dos especificaciones adicionales por mínimos cuadrados ordinarios que se anidan a la especificación ec1, para evaluar y disociar los efectos debidos a la tendencia, al nivel de reservas o al índice de precios:

- En la primera las variables $\%R$ e Ip se omiten, de modo que el valor de producción depende exclusivamente del tiempo y así se elimina la tendencia (modelo 1).
- La segunda asume $Ip = 0$ por lo que el valor de producción se explica por el tiempo y la cantidad de agua disponible en los embalses (modelo 2).
- La tercera asume todas las variables explicativas de modo que las variaciones debidas a los precios quedan reflejadas en esta regresión (Ec1 = modelo 3).

El modelo 3 en el caso de la UDA se emplea como instrumento a partir del cual es posible predecir las pérdidas para diferentes situaciones hídricas en distintos momento de la campaña. Esta información es interesante para poder cuantificar posibles pérdidas para diferentes escenarios de riesgo y en función de ellas anticipar respuestas.

Mediante simulación Monte Carlo se pretende evaluar la probabilidad de que el valor de producción (Y_{it}) quede por debajo de la tendencia siendo la disponibilidad de agua es baja (sequía). El procedimiento de simulación emplea el modelo:

$$Y_{it} = \hat{a}_i + \hat{b}_i T + \hat{c}_i \%R_{it} + \hat{d}_i Ip + \varepsilon_{it} \quad [\text{Ec3}]$$

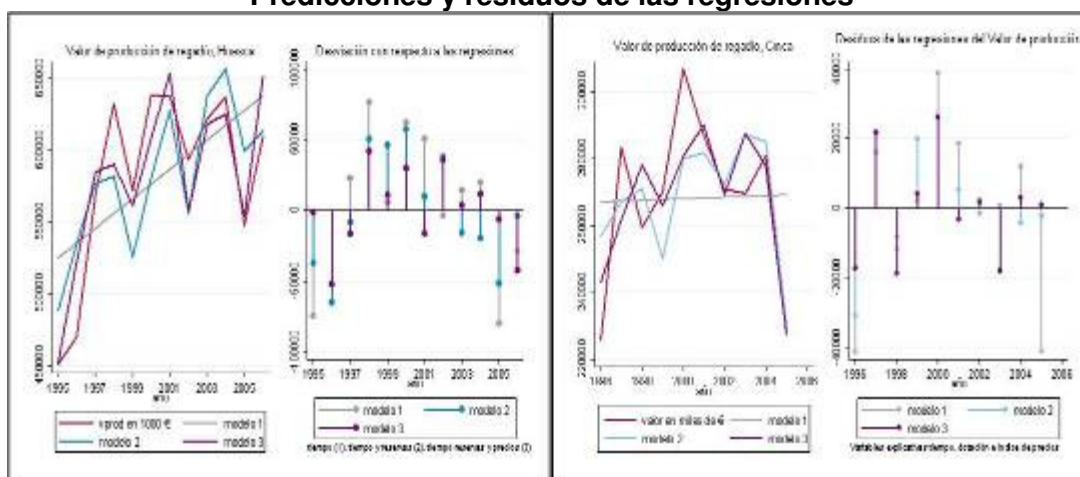
Donde $\%R_{it}$ es la variable que se hace variar, mediante simulaciones de Monte Carlo, a partir de una función de distribución $f_{\%R}$, estimada a partir de los históricos de las reservas del embalse, y teniendo en cuenta que el error $\varepsilon \approx N(0, \sigma_\varepsilon^2)$. De tal manera que se simula el riesgo económico para los últimos 4 años (2004-2007) y entre (a) octubre y mayo, (b) noviembre y mayo, (c) enero y mayo, y (d) marzo y mayo.

RESULTADOS

La Figura 1 compara gráficamente los resultados de los modelos para el caso provincial y el de UDA. Se aprecia que el valor de producción a nivel provincial ha crecido en el período analizado, no así a nivel de UDA que se ha mantenido más o menos constante. En ambos casos el modelo de mejor ajuste es el 3, lo que pone en evidencia que las producciones de los cultivos de regadío dependen tanto del agua disponible como de los índices de precios. Además se observan coincidencias en los años de bonanza en cuanto a recursos hídricos, viéndose picos elevados de valor de producción en 2000 y en 2004. Del mismo modo en los dos casos se pueden medir pérdidas por sequía en 2005.



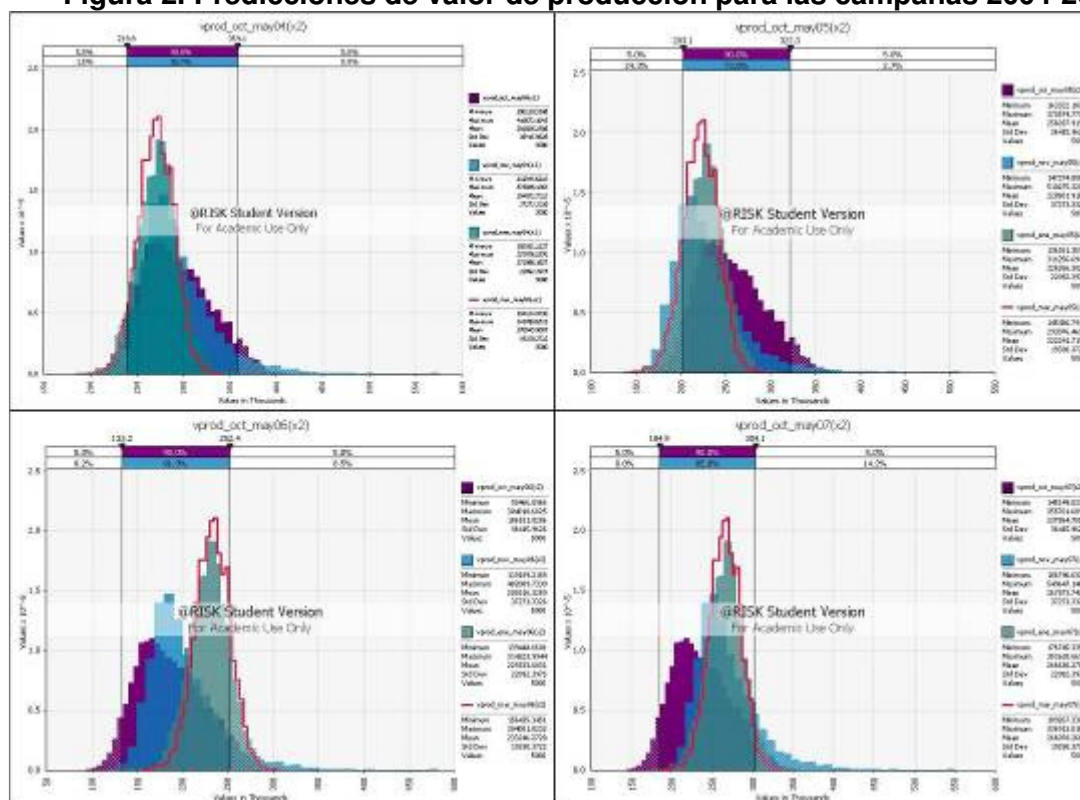
Figura 1. Valor de producción de Regadío en Huesca y en el Canal de Cinca. Predicciones y residuos de las regresiones



Fuente: Elaboración propia

La figura 2 representa el análisis de riesgos realizado para esta UDA. Las proyecciones van desde el morado (entre octubre y mayo), azul (noviembre-mayo), verde (enero-mayo), y rojo (marzo-mayo). En el último período se observa cómo se acota el riesgo, en los años 2004 y 2005 perdiendo probabilidad de la cola de la derecha y en 2006 y 2007 al contrario, lo que demuestra las diferencias que se producen debidas a las diferentes condiciones de stock de partida.

Figura 2. Predicciones de valor de producción para las campañas 2004-2007



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Con el presente trabajo se comprueba que para un análisis completo de los impactos de la escasez de agua sobre la economía del regadío es acertado combinar el análisis del



valor de producción a nivel provincial junto con el de menor escala de Unidad de Demanda Agraria. A la vez que la cuantificación del riesgo ofrece una visión contrastada de dicho impacto.

En el nivel provincial el efecto de la tendencia es el de mayor capacidad explicativa de su varianza. Lo que no es incompatible con que las variaciones alrededor de ella estén relacionadas con la escasez de agua, del mismo modo que lo están a nivel de UDA. Así, esta conclusión plantea que para localizar el impacto de la sequía es preciso analizar el resultado económico comparándolo con el valor de la tendencia.

Se comprueba que una parte importante de la variación del impacto en euros corrientes se explica por la cantidad de agua disponible para el riego, y por tanto, es atribuible a las sequías, otra es atribuible a la variación de los precios de los productos y otra queda sin explicar por el modelo y por tanto es atribuible a las variables omitidas en él.

A la hora de atribuir los efectos de la sequía, es esencial depurar la parte que se explica por la variación de los precios al objeto de no sobre-estimar su impacto. En este estudio se demuestra que la variación de los precios es significativa en muchos de los modelos. En qué medida lo es en cada provincia, depende de las elasticidades de oferta y demanda de cada producto y de la importancia de su comercio entre países de la UE.

Los resultados procedentes de las estimaciones realizadas por los modelos permiten atribuir una mayor influencia de la sequía ya que el agua de riego en la zona seleccionada procede básicamente de aguas superficiales cuya cuantía o dotación es muy dependiente del agua almacenada al principio de la campaña de riego. Sin embargo, el análisis de los modelos sugiere que el impacto de las sequías es relativamente pequeño.

Con respecto al análisis de riesgo se comprueba que a medida que los períodos de tiempo se acortan y la variable reservas disponibles para riego se corresponde con un stock conocido, el riesgo de variaciones en el resultado final se acota. De manera que, mediante una buena gestión del agua para riego se pueden evitar situaciones de riesgo indeseable.

BIBLIOGRAFÍA

- Booker J.F., Michelsen A.M. and Ward F.A. (2005a). Economic impact of alternative policy responses to prolonged and severe drought in the Rio Grande Basin. *Water resources research* 41, 2.
- Fisher B. (2003). Drought drags us all down. *BRW*, 25.
- Gómez-Limón, J. A. et al (1996). Evaluación del impacto socioeconómico de la sequía en los regadíos de la Campiña Baja (Córdoba). Una aproximación multicriterio. *Revista Española de Economía Agraria España* 178(4) PP.163-192.
- Iglesias E., Garrido A. and Gomez-Ramos A. (2003). Evaluation of drought management in irrigated areas. *Agricultural Economics* 29, 211-229.
- Martínez-Cachá A. (Editor) (2004). Impacto económico de las sequías en el sureste agrario español. Fundación Universitaria San Antonio, 187 pp.
- Vogt J. and F. Somma. (Editors) (2000). *Drought and Drought Mitigation in Europe*. Kluwer Academic Publishers.
- Ward F., Booker J. and Michelsen A. (2006). Integrated economic, hydrologic, and institutional analysis of policy responses to mitigate drought impacts in Rio Grande Basin. *Journal of Water Resources Planning and Management* 132,488-502.
- Whilite D.A. (Editor) (1993). *Drought Assessment, Management and Planning; Theory and Case Studies*. , Kluwer Academic Publishers, 316 pp.



LA IMPORTANCIA DEL CALCIO EN LA ALIMENTACION DE VACAS DE LECHE

Martín, Paula

Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: paulamfs@gmail.com

RESUMEN

La concentración de calcio (Ca) en la sangre se mantiene entre unos rangos muy estrechos mediante la actuación de varias hormonas que controlan su absorción y su excreción. A menudo en la transición entre la gestación y la lactación de las vacas lecheras, los mecanismos de regulación del Ca son incapaces de mantener los niveles sanguíneos adecuados dado que dicha transición supone un incremento elevado de las necesidades de Ca por lo que es frecuente que exista déficit de este mineral. El déficit de Ca da lugar a la hipocalcemia aguda del parto, síndrome vitulario o fiebre de la leche que aparece entre 72 y 96 horas antes del parto aunque se suele observar 3-4 días después del mismo, presentándose con más frecuencia en las vacas multíparas con elevada producción de leche. El coste económico de este desequilibrio se extiende más allá del costo del tratamiento ya que la hipocalcemia está asociada con un aumento en la incidencia de mastitis, cetosis, desplazamiento de abomaso, retención de placenta y una disminución de la fertilidad. En este trabajo se trató de estudiar los factores que aumentan la incidencia de hipocalcemia y las medidas que se pueden tomar en granja para evitarla.

Palabras clave: *Calcio, vacuno de leche, hipocalcemia*

INTRODUCCION

El Ca desempeña un papel fundamental en la estructura ósea, la contracción muscular y el impulso del sistema nervioso. Además influye en la coagulación de la sangre y en la activación de algunas enzimas. Sin embargo, a nivel de producción su principal función radica en la síntesis de leche. El mecanismo exacto de acción de la hipocalcemia aún no se conoce, aunque está comprobado que el arranque de la lactación es un factor determinante ya que se origina un descenso de la concentración de Ca en plasma debido a que la diferencia entre los 5-8 g diarios de Ca que el feto retira de la corriente sanguínea y los 15-35 g eliminados por el calostro el día del parto es mayor que la cantidad total de Ca existente en la sangre. Esta diferencia debe subsanarse aumentando la llegada de Ca a la sangre mediante una mayor absorción intestinal del Ca de la dieta o mediante la movilización de las reservas (Delgado, 2002). La concentración normal de Ca en el plasma es de 8 a 11,5 mg por 100 ml. Al parto, un descenso normal del Ca plasmático es de 2 mg por 100 ml, pero a veces la hipocalcemia baja de 5 a 6 mg. Cuando el Ca en sangre desciende hasta niveles inferiores a 6 mg por 100 ml es muy probable que se produzca la fiebre de la leche (Russel, 2003). La transición entre la gestación y la lactación es tan rápida que, con frecuencia, y a pesar de las medidas de precaución que se puedan tomar, los mecanismos metabólicos de regulación del Ca son incapaces de mantener unos niveles sanguíneos adecuados. Esta transición supone un incremento muy elevado de las necesidades de Ca, puesto que la cantidad excretada en el calostro es 3 veces mayor que en la leche y entre 8 y 10 veces la cantidad de Ca circulante en la sangre de una vaca de 600 kg (Russel, 2003). La cantidad disponible de Ca, como la de otros nutrientes, depende de la ingestión de materia seca y de la concentración de Ca de la ración. Aún en condiciones óptimas, los aportes de Ca durante los primeros días de lactación son insuficientes para cubrir las necesidades por lo que es necesaria la movilización de Ca de las reservas corporales.

La movilización del Ca depende de la interacción entre la calcitonina (hormona que interviene en la descalcificación del hueso), la parathormona (PTH, hormona que influye en la absorción del Ca) y la vitamina D que estimula a la PTH y a la calcitonina. El tiempo



que transcurre entre el inicio del déficit de Ca y su movilización es de 7 a 10 días. La baja velocidad de actuación de este sistema de regulación de la homeostasis del Ca es la responsable de la aparición de hipocalcemia clínicas o subclínicas. La fiebre de la leche también está asociada a problemas de partos distócicos, prolapsos uterinos, metritis y retención de placenta (Goff y Horst, 1997). Por ello, el objetivo de este trabajo fue estudiar la importancia del Ca en la alimentación de vacas lecheras.

METABOLISMO DEL CALCIO

La concentración de Ca en la sangre se mantiene entre unos rangos muy estrechos mediante la actuación de la paratohormona y la calcitonina que controlan su absorción y su excreción. Hay muchos factores que influyen en la absorción, la utilización y el metabolismo del Ca. El duodeno y el yeyuno son los lugares de mayor absorción activa del Ca. La absorción del Ca es mayor cuanto mayor es su solubilidad. Asimismo, la solubilidad depende del pH de manera que tiene que haber un pH lo suficientemente ácido como para evitar la formación de quelatos. Las heces son la principal vía de excreción del Ca siendo una combinación del Ca no absorbido de la dieta y el Ca endógeno. En vacuno las pérdidas de Ca por la orina son mínimas.

SINTOMAS DE DEFICIENCIA DE CALCIO

El déficit de Ca da lugar a la hipocalcemia aguda del parto, síndrome vitulario o fiebre de la leche que aparece entre 72 y 96 horas antes del parto, aunque principalmente se observa 3-4 días después del mismo, presentándose con más frecuencia en las vacas multiparas con elevada producción de leche (Russel, 2003). Esta enfermedad se caracteriza por una debilidad muscular generalizada debida a la caída del nivel de la calcemia y a variaciones en los niveles de fósforo (P), glucosa, magnesio y potasio (K). La pérdida de tono muscular se refleja en la relajación muscular del músculo esquelético (síndrome de la vaca caída), de la matriz que contribuye a la incidencia de retenciones placentarias, del pezón contribuyendo a la incidencia de mastitis y de la musculatura del tracto digestivo contribuyendo a una mayor incidencia de desplazamientos de abomaso. Además, la hipocalcemia resulta en una liberación de cortisol al torrente circulatorio que resulta en una inmunosupresión que puede dar lugar a alteraciones metabólicas que reducen la productividad (Goff y Horst, 1997).

La mayor parte de las vacas pasan por un periodo de hipocalcemia alrededor del parto, y hasta un 50% arrastran la hipocalcemia durante los 10 primeros días postparto con la consiguiente incidencia económica que supone este problema. Sin embargo, existen algunos factores que aumentan la incidencia de esta enfermedad. Según Pacios (1987), algunos de los factores predisponentes son:

1.- Niveles elevados de Ca en la dieta de vacas secas: cuando la vaca en el periodo seco ingiere altos niveles de Ca (alfalfa y leguminosas) suprime la secreción de PTH y la formación en el riñón de la forma activa de la vitamina D (1, 25-dihidroxicolecalciferol). Por ello, no se formará la proteína específica que al ligar el Ca a la mucosa intestinal facilita su absorción. La vaca precisará de 5 a 10 días para adaptarse a la nueva situación de mayor demanda de Ca. En este tiempo la hipocalcemia se agrava y es muy probable que se presente la fiebre vitularia. Por ello, durante el periodo seco debe limitarse la ingestión diaria de Ca a 30 a 40 g.

2.- Sobrealimentación energética de la vaca seca.

3.- Edad de la vaca: por encima de la cuarta lactación se reduce la ingestión de alimento durante los cuatro días que preceden al parto mucho más que en vacas jóvenes (50% vs. 4%). Por otra parte, con la edad se reduce la absorción de Ca en el intestino y aumenta la excreción de Ca endógeno. Vacas por encima de la cuarta lactación con fiebre vitularia presentan un balance negativo de Ca dos semanas antes del parto mientras que las que no muestran síntomas de hipocalcemia tienen un balance de Ca equilibrado (absorción igual a excreción endógena). Asimismo las vacas jóvenes (por debajo de la cuarta lactación) presentan un balance positivo. Después del parto el balance tanto de Ca como de P es siempre negativo a pesar de estar aumentada la absorción.



4.- Desequilibrios hormonales: una serie de hormonas liberadas en el parto, debido al estrés que le acompañan (estrógenos, glucocorticoides, prostaglandinas, ACTH, catecolaminas) tienen efecto hipocalcemiante.

La prevención parece ser el método más deseable para reducir las pérdidas económicas asociadas con la fiebre de la leche. Algunas de las medidas a aplicar para reducirla son:

1.- Evitar el engrasamiento.

2.- No dar suplementos minerales *ad libitum* a la vaca seca.

3.- Evitar el estrés en el momento del parto.

4.- Mantener la relación Ca:P de la dieta en torno o por debajo de 2:1 y tratar con vitamina D 24 horas antes del parto. En ambos casos, se trata de activar los mecanismos de movilización del Ca óseo antes del parto, momento en el que las necesidades de Ca aún son bajas. Para ello se ha de producir una ligera acidificación sistémica que se puede conseguir mediante la utilización de sales aniónicas en vacas secas. Las sales aniónicas provocan una acidificación óptima para la circulación y la asimilación del Ca a través del transporte pasivo a nivel de rumen e intestino ya que a pH ácido aumenta la solubilización del Ca. Asimismo, la PTH, que controla la absorción intestinal de Ca y aumenta la movilización de Ca óseo se activa a pH ácido debido a que en estas condiciones aumenta la actividad de los osteoclastos (células encargadas de la destrucción del tejido óseo) aumentando la proporción de Ca plasmático en forma iónica (Ca^{2+}), que es la única metabólicamente activa.

La acidificación se puede conseguir a través de la modificación del balance aniónico-catiónico (BAC). El BAC se define como la relación entre los miliequivalentes de cationes y aniones de la ración. Los iones que mayor impacto tienen en el BAC son el sodio (Na), el potasio (K), el azufre (S) y el cloro (Cl). Aunque en menor medida, Ca, magnesio (Mg) y P también intervienen.

En condiciones normales, el BAC es positivo, pero en las raciones preparto se recomienda que dicho nivel se encuentre entre -50 y -100 mEq/kg. Para reducir el valor hasta un nivel ligeramente negativo deben utilizarse sales ricas en aniones, de las cuales el cloruro o el sulfato amónico son las más frecuentes.

Las recomendaciones para formular raciones de preparto son (%MS): Cl <0,8%, Na <1,2%, K <0,15%, 0,4% de Mg y P entre 0,35 y 0,4%. Si estos niveles están correctamente ajustados y el BAC es neutro o ligeramente negativo, entonces deben elevarse los niveles de Ca hasta el 1-1,2% de la ración (Goff y Horst, 1997). Uno de los principales inconvenientes del uso de sales aniónicas en el preparto es la posible disminución de la ingestión causada por su baja palatabilidad (Goff y Horst, 1997). Para evitar que disminuya la ingestión de materia seca deben formularse raciones con un BAC bajo, es decir, con bajos niveles de materias primas ricas en Na y K.

INTERACCIÓN Ca-FOSFORO (P)

El Ca y el P están muy relacionados puesto que una deficiencia o un exceso de uno interfiere en la utilización del otro. El ratio Ca:P en los huesos es aproximadamente de 2:1. En animales jóvenes una deficiencia de Ca, P y vitamina D da lugar a raquitismo y en animales adultos a osteomalacia.

El Ca y el P son dos de los minerales más abundantes en el organismo. Sin embargo, frecuentemente se encuentran en bajas cantidades en la mayoría de las materias primas utilizadas en la alimentación de las vacas (Tabla 1).



Tabla 1. Nivel de Ca (%MS) de las materias primas de uso común en la alimentación de vacas de leche (Fedna, 2003)

Heno alfalfa	1,55
Pulpa remolacha	0,98
Cebada	0,48
Maíz ensilado	0,30
Paja cereales	0,30
Harina soja, 44% PB	0,29
Maíz grano	0,02

CONCLUSIONES

La prevención de los desórdenes metabólicos en pre y posparto es de suma importancia en las explotaciones lecheras de la actualidad. La fase de preparto ocupa un lugar estratégico en el esquema productivo de las explotaciones lecheras de alta producción dada su importancia con relación a la optimización de la producción posparto y a la reducción de las patologías peri-parto. Por tanto, es necesario utilizar estrategias de manejo y programas específicos de alimentación, tales como el uso de sales aniónicas, que eviten la incidencia de hipocalcemias principalmente en las vacas con mayores producciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Delgado, F.Z. 2002. www.mografias.com. Prevención de desórdenes metabólicos en la etapa pre y pos parto en bovinos de leche.
- FEDNA. 2003. Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos. De Blas, C., Mateos, G.G., García, P., ed. Fund. Esp. Desarrollo Nutr. Anim., Madrid, España.
- Goff, J.P., Horst, R.L. 1997. J. Dairy Sci., 80: 1260-1268.
- Pacios López, B, Pacios Fernández, A.1987. Alimentación de vacas lecheras, aspectos prácticos. Ed. Trivium. Madrid, España.
- Russel McDowell, L. 2003. Minerals in animal and human nutrition. Ed. Elsevier. 2ª ed. Amsterdam.



RECTA DE PENDIENTE DADA QUE SE APOYA EN OTRAS TRES: CÁLCULO DE UNA ACEQUIA DE PENDIENTE DADA QUE HA DE CONECTAR OTRAS TRES ACEQUIAS

Grafulla, Carmen

*Dpto. de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría – Expresión Gráfica
Universidad Politécnica de Madrid – E.T.S.I. Agrónomos*

Correo Electrónico: c.grafulla@alumnos.upm.es; c_g_re@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo de esta comunicación es unir mediante una acequia de pendiente dada otras tres acequias de pendientes conocidas y distintas que se cruzan en el espacio. Planteamos el problema en el Sistema de Planos Acotados (en adelante SPA). Planteado el problema lo resolvemos recordando primero el Caso General, según el cual la recta que se apoya en otras tres es de pendiente cualquiera. En segundo lugar proponemos el caso más habitual para el ingeniero, que es el trazado de esa acequia con una pendiente deseada.

Palabras clave: dibujo técnico, SPA, trazado de rectas de pendiente dada, DAO

INTRODUCCIÓN

Con este artículo resolvemos un problema real de ingeniería agronómica. Se aporta una solución a un sistema de acequias agrícolas mediante el uso del Dibujo Técnico como disciplina fundamental de la resolución del problema.

Proponemos un método de aproximación consistente en utilizar reiteradamente el Caso General. Este método de aproximación nos generará una Curva de Error que nos dará la solución con suficiente aproximación.

La resolución de este problema se realiza utilizando un Sistema de Representación muy propio de los ingenieros agrónomos, éste es el SPA. Sistema que se realiza con una herramienta de Dibujo Asistido por Ordenador (DAO), software con el que trabajamos en dos dimensiones. Dejamos para desarrollos futuros la resolución con sistemas DAO 3D.

TIPOLOGÍA Y NATURALEZA DEL PROYECTO

La naturaleza del trabajo presentado consiste en la búsqueda de soluciones a problemas de ingeniería rural se que presentan habitualmente en proyectos agronómicos.

En nuestro caso considerando tres rectas de pendientes conocidas y distintas que se cruzan en el espacio, se trata de unir las por una recta de pendiente cualquiera, que es el que hemos denominado Caso General. Un croquis del problema en la realidad lo representaría la Figura1.

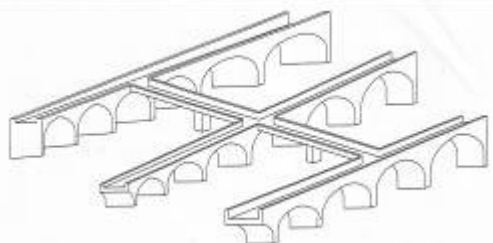


Figura 1.- Croquis planteamiento del problema a resolver

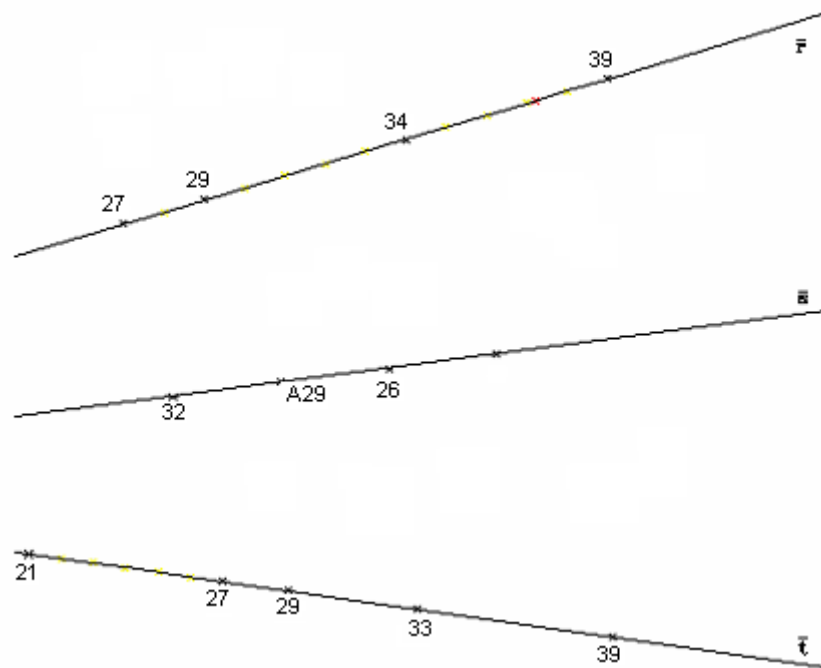


Figura 2.- Planteamiento del Caso General

El planteamiento de este problema se realiza en el SPA, sistema en el que, planteamos su resolución (Figura 3) :

1. Cogemos un punto cualquiera de una de las tres rectas, de la recta s por ejemplo. Éste podría ser el punto A .
2. Con el punto A y las rectas r y t constituimos dos planos. El plano $\Pi_{r,A}$ y el plano $\Pi_{t,A}$.
3. La intersección de estos dos planos nos da una recta u que al pertenecer a sendos planos $\Pi_{r,A}$ y $\Pi_{t,A}$, se apoya en r y t y además en la recta s por el punto A .

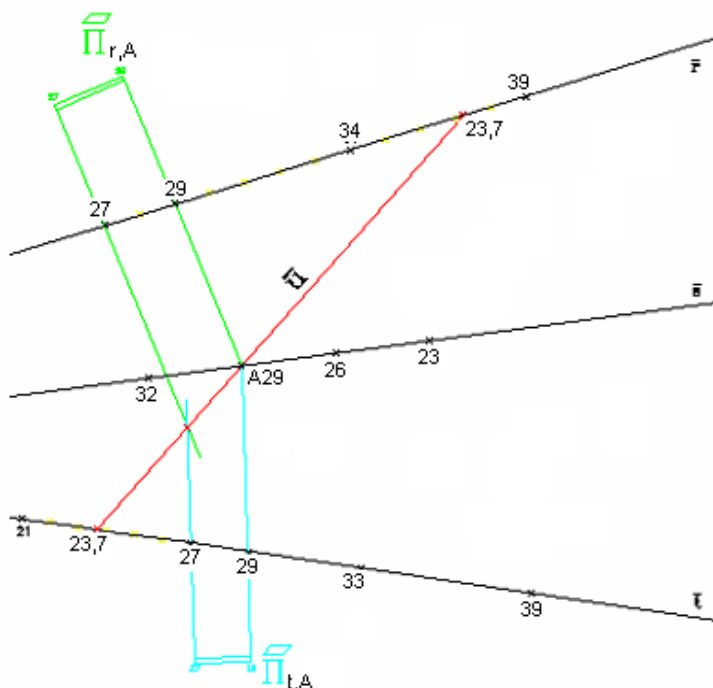


Figura 3-. Resolución del caso general



Presentado el Caso General, se realiza una aplicación del mismo, que es el caso más habitual. Éste consiste en buscar una recta, que apoyándose en otras tres, tenga una pendiente dada.

Para resolver este ejercicio proponemos un posible caso real constituido por tres acequias de pendientes distintas entre sí pero uniformes. Estas acequias, como se puede ver en la figura 4, están representadas también en el SPA.

Se trata de unir tres acequias por una cuarta de pendiente dada (3 por mil, por ejemplo). Suponemos que el ejercicio propuesto está a escala 1/5.000, datos que nos dan un intervalo para la recta pedida de 6,6 cm.

El método que proponemos ahora para la resolución de este problema consiste en trazar una recta cuya pendiente (intervalo) esté comprendida entre dos correspondientes a cotas consecutivas. Se trazan rectas de pendientes cualesquiera que se apoyan en tres por el método del Caso General.

Las rectas que hemos trazado por este método se apoyan en las tres dadas. Pues bien, si nos fijamos en las cotas superior e inferior a las cotas de la recta central s , éstas generan un lugar geométrico o CURVA DE ERROR.

RESOLUCIÓN

Para describir este método, lo clasificamos en los siguientes pasos:

1. Por un número discreto de puntos de la recta s (A, B, C, D) y por el método que acabamos de describir en el epígrafe anterior hacemos pasar las rectas a, b, c y d , rectas que apoyándose en r y t pasan respectivamente por los puntos de s (A, B, C y D), rectas de pendientes diferentes.
2. Las "cotas superior e inferior" a las cotas de las rectas a, b, c y d , que "tocan" a la recta s constituyen, uniendo esas cotas, una envolvente o curva de error; que no es otra cosa que el lugar geométrico de las cotas superior e inferior, a las cotas que van por la recta s (recta central), de las infinitas rectas que, apoyándose en r y t , cortan también a s .
3. Esta curva de error nos permite hallar la recta de pendiente dada ajustando el intervalo de la misma, (6,6 cm) a las curvas de error y a la recta s .

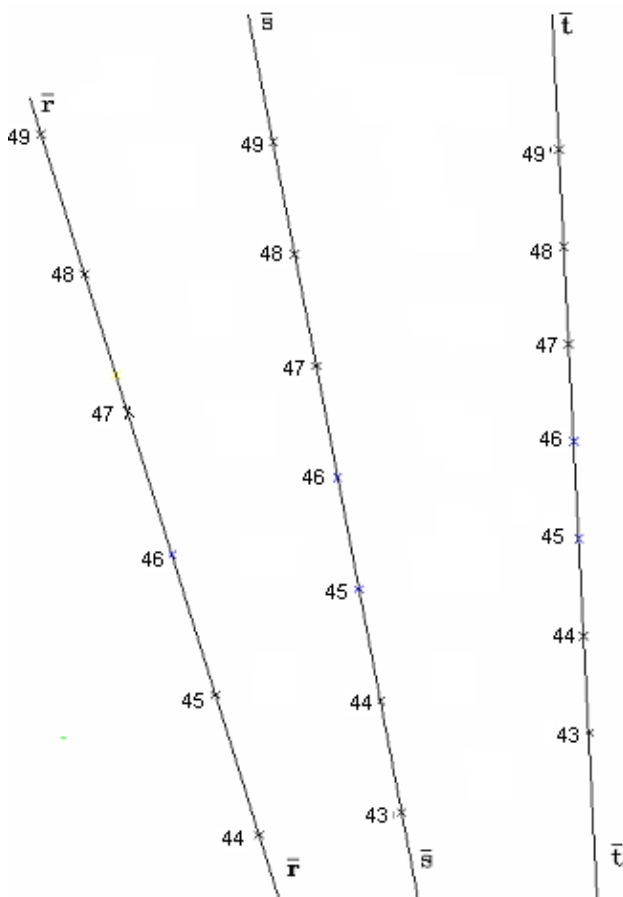


Figura 4. Planteamiento del problema.

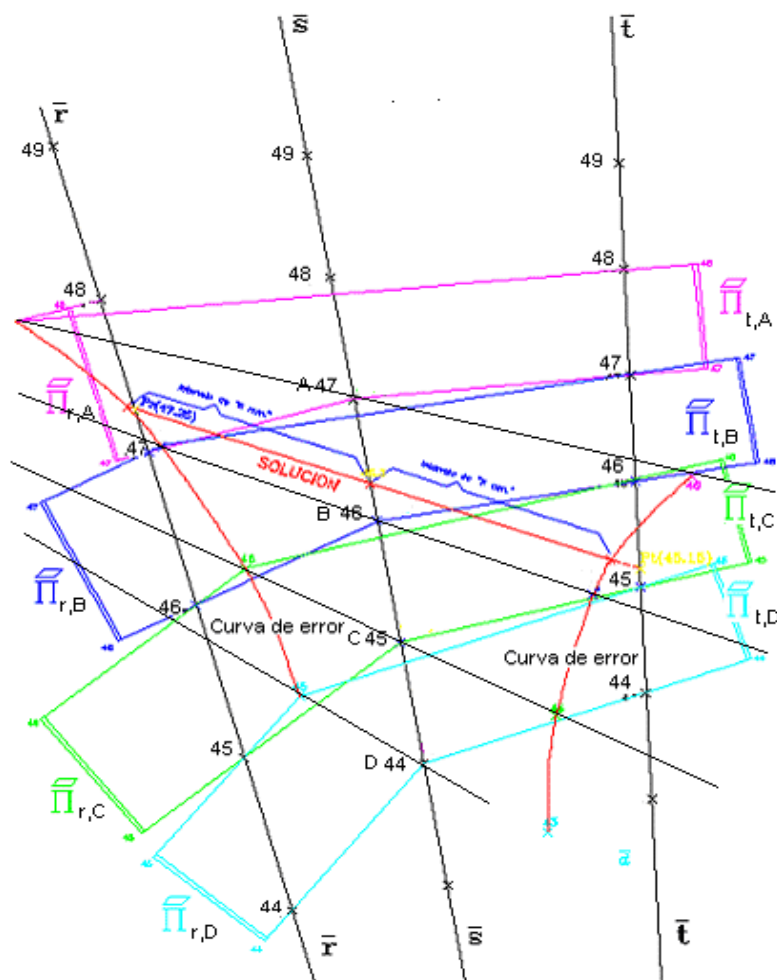


Figura 5.- Resolución del problema habitual por el método de la CURVA DE ERROR o ENVOLVENTE

CONCLUSIONES

El problema planteado así como sus derivados, pone de manifiesto la importancia del Sistema de Planos Acotados y de los conocimientos de Dibujo Técnico para su resolución en proyectos de ingeniería agrónoma.

Asimismo el Dibujo Asistido por Ordenador es una herramienta más que útil para realizar las representaciones gráficas correspondientes y agilizar los trabajos de resolución del problema.

BIBLIOGRAFÍA

- Gomes Teixeira, F. (1.995): "Traité des courbes spéciales remarquables planes et gauches". Éditions Jacques GAbay. Coïmbre.
- López Fernández, J.; Tajadura Zapirain, J. A. (2007): *AutoCAD Avanzado*. Editorial Mc Graw-Hill. Bilbao.
- Prieto Alberca, M. (1.992): "Fundamentos geométricos del diseño en ingeniería". ADI. Madrid.
- Puerta Romero, F. (1997): *Láminas de Dibujo - Sistema de Planos Acotados*. Servicio de Publicaciones de la E.T.S.I. Agrónomos. Madrid.



INFLUENCIA DEL CULTIVO ECOLÓGICO DEL TRIGO SOBRE LA APTITUD PANADERA DE LAS HARINAS

Concepción, Jesús de la; Gallego, Nicolás; Sancho, Cristina

Departamento de Tecnología de los Alimentos. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica.

Correo electrónico:

j.delaconcepcion@gmail.com; nicolasgallego@hotmail.com; cristina.sancho.lucas@alumnos.upm.es

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es evaluar la influencia del cultivo ecológico del trigo sobre la aptitud panadera de la harina. Todo ello ha formado parte de un trabajo cooperativo realizado por un grupo formal de alumnos de la asignatura Industrias de Cereales y enmarcado en el proyecto de Innovación Educativa IE08027085.

Para ello, se utilizaron 2 muestras de trigo de la variedad Marius, una de ellas sometida a cultivo ecológico y la otra a cultivo convencional.

Se realizó una panificación a escala piloto con cada una de las 2 muestras y se procedió a evaluar instrumental y sensorialmente la calidad de los panes obtenidos.

En ambos panes el contenido en gluten resultó insuficiente para el correcto desarrollo de las piezas. Respecto a la valoración sensorial, los miembros del grupo encontraron diferencias significativas entre ambos panes para un ns de 0,05.

Palabras clave: trigo ecológico, comportamiento panadero

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se elabora pan con unas harinas procedente de la variedad de trigo Marius, en dos formas diferentes de cultivo, uno de tipo convencional y otro de tipo ecológico, ambas muestras proceden de una cooperativa agrícola de la provincia de Navarra. Cabe esperar que la harina de tipo ecológico tenga un nivel menor de proteína con la consecuente reducción del nivel de gluten (Carcea, 2006).

La variedad Marius es un trigo blando, de ciclo largo y precoz, adaptándose bien a zonas frías, en secano o regadío. La calidad harino-panadera de esta variedad no es la más idónea para la elaboración de panes con procesos largos a raíz de los resultados de las Encuestas de Calidad de los trigos españoles de las últimas cosechas (A.E.T.C., 2007/2008).

Por ello, para enriquecer los resultados de este trabajo se estableció una comparación elaborando un tercer tipo de pan a partir de una harina comercial con un mayor contenido en proteína, a la que se denomina "V.18"

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearán, por tanto, tres harinas diferentes cuyos datos se reflejan en la tabla 1.

Tabla 1. Harinas empleadas

		M.C.	M.E.	V.18
PROTEÍNAS (% sss)		9,64/9,96	10,60/10,80	-
I.C. (s)		230	334	384
PARÁMETROS ALVEOGRÁFICOS	W (J)	33×10^{-4}	47×10^{-4}	174×10^{-4}
	P (mm H ₂ O)	18	22	-
	L (mm)	86	101	-
	P/L	0,21	0,22	0,69

Fuente: elaboración propia

NOTA:

M.C.: harina proveniente de trigo de la variedad Marius sometido a cultivo convencional.

M.E.: harina proveniente de trigo de la variedad Marius sometido a cultivo ecológico.

V.18: harina comercial suministrada por la harinera Villafranguina.

**Tabla 2. Otros ingredientes para la elaboración de barras de pan**

	M.C.	M.E.	V. 18
Harina (kg)	3	2,9	2
Agua (ml)	1500	1351,4	1160
Sal (gr)	54	52	36
Levadura (gr)	90	90	60
Mejorante (gr)	-	-	5

Fuente: elaboración propia

Nota: A las barras elaboradas con harina V18, se les añade un mejorante panario para que la diferencia en la conformación de las barras sea más significativa.

Se siguió un protocolo de panificación de panes precocidos congelados siguiendo los siguientes pasos:

1. Medida de ingredientes, realizada mediante báscula eléctrica.
2. Amasado de los ingredientes: amasadora de eje vertical de un solo brazo en espiral.
3. División y pesado de masas, realizado de forma manual con una paleta de plástico y una balanza electrónica, cortando y pesando masas de 300 ± 5 gramos.
4. Reposo de la masa.
5. Formado de la barra con formadora de barras con retorno.
6. Fermentación realizada en cámara de fermentación.
7. Greñado de las piezas.
8. Precocción en horno acoplado a cámara de fermentación.
9. Enfriado.
10. Congelación de las piezas en arcón.
11. Atemperado de las piezas.
12. Cocción final en horno.

Una vez acabadas de cocer, las piezas se sometieron a un análisis instrumental y sensorial. En el análisis instrumental se determinó peso y densidad de las piezas. Inicialmente, se había planteado la posibilidad de determinar también los principales parámetros de textura de la miga, pero el escaso volumen alcanzado en las dos muestras de la variedad Marius (M.C. y M.E.) no permitió utilizar la sonda que habitualmente se usa en este tipo de ensayos.

Respecto al análisis sensorial, se utilizaron pruebas triangulares para diferenciar MC y ME, utilizando a los propios alumnos en el papel de jueces.

RESULTADOS

Los ajustes del protocolo de elaboración inicialmente propuesto se reflejan en la tabla siguiente:

Tabla 3. Ajustes del protocolo de elaboración para las muestras M.C., M.E. y V.18

	M.C.	M.E.	V 18
T amasado (min)	9.39	12.33	16
T^{ra} amasado (° C)	21.5	22.4	25.5
T Fermentación (min)	40	40	50
T^{ra} Fermentación (° C)	29	29.2	29
T Precocción (min)	11	11	11
T^{ra} Precocción (° C)	200-165	200-165	200-165
T Cocción (min)	18	16	18
T^{ra} Cocción (° C)	210	200	210

Fuente: elaboración propia

Como se observa, el tiempo de amasado se prolongó en la muestra V.18, debido a su mayor contenido proteico. Entre las dos muestras de la variedad Marius, se observa la necesidad de prolongar el amasado en la muestra M.E. debido a su mayor contenido en proteína.



Durante el reposo o prefermentación se comprueba ya una pequeña diferencia de volumen entre masas, siendo mayor la de V18. La diferencia de extensibilidad de las masas, una vez obtenida la forma característica de “pistola”, implica un peor manejo en las barras compuestas por harina de tipo Marius vs. V18.

El aspecto de las tres muestras una vez finalizada la fermentación, se observa en la siguiente imagen (Imagen 1).

Imagen 1. Barras formadas después de fermentación



La diferencia de volumen de las barras se hace más notable durante la fermentación en la cámara. Después de la cocción se obtiene los tres tipos de barras con diferentes características:

La barra ecológica, al tener poca proteína, su red de gluten no es capaz de retener el CO₂ producido por la levadura, lo que provoca que las greñas no se abran tanto y se formen grietas. Debido a ello, la barra es más menuda y la masa no ha llegado a coger gran volumen. También

ocurre esto en la convencional pero en menor medida.

Imagen 2. Resultado final de barras cocidas



V18



Marius Convencional



Marius Ecológico

Una vez se han formado las barras y aunque no se aprecie correctamente en la fotografía, se observa que la barra V18 se ha elaborado de forma correcta, con un tostado apto y con greñas que tienen una abertura adecuada.

Las muestras de Marius tuvieron que dejarse tres minutos más cociendo en el horno, para que cogieran color, pues su aspecto era blanquecino. Aún así no cogieron la tonalidad adecuada. Se achaca esto al exceso valor del parámetro del I.C. (véase tabla 1).

Tabla 4. Comparación de media de datos entre barras

	M.C.	M.E.	V 18
Longitud (cm)	47	47.75	40.55
Volúmen (ml)	976	976	1127.44
Densidad (gr/ml)	0.24	0.26	0.23

Fuente: elaboración propia

De forma global, los parámetros (volumen y densidad) de la muestra V.18 son más favorables, ya que para densidad similar, el volumen es mayor. Apreciamos también una mayor longitud final en las barras M.C. y M.E. debido a su mayor capacidad de extensibilidad durante la formación de las barras.

En la prueba de análisis sensorial realizadas entre las muestras de pan M.C. y M.E. se obtuvieron los resultados que figuran en la tabla 5, llegando a la conclusión de que los miembros del grupo han llegado a obtener diferencias significativas entre ambos panes para un n.s. 0,05.

**Tabla 5. Resultados del análisis sensorial**

Nº respuestas totales	30
Nº respuestas correctas	15
Nº de respuestas correctas necesarias para alcanzar un n.s. de 0.05	15
Nº de respuestas correctas necesarias para alcanzar un n.s. de 0.01	19

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

Comparando las dos muestras de variedad Marius (M.C. y M.E.) se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Fue necesario ajustar el protocolo inicial de panificación, ya que el mayor contenido en proteína de la muestra ecológica, requirió una prolongación del tiempo de amasado.
- También fue necesario prolongar el tiempo de cocción en ambas muestras, debido a su escasa actividad α -amilásica.
- Respecto a la evaluación sensorial, los miembros del grupo han encontrado diferencias significativas entre ambos panes para un ns de 0,05 (Entre otros aspectos, la mayor hidratación de las masas elaboradas con la harina ecológica ocasionó una mayor suavidad en la miga de estos panes) .
- Comparando los panes elaborados con harinas de la variedad Marius (ecológica y convencional) con los obtenidos empleando la harina “V18”, estos últimos manifestaron una mayor calidad, evaluada mediante los parámetros: Volumen del pan, desarrollo de las greñas, color de la corteza.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se ha realizado frente a la dirección de la profesora titular de la asignatura de Industrias Cereales, Dña. M^a Jesús Callejo González y en colaboración con la profesora Dña. Carolina Chaya Romero del departamento de Estadística y Métodos de Gestión en Agricultura, por su apoyo en la realización de la prueba sensorial.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Española de Técnicos Cerealistas (A.E.T.C.), Encuesta de Calidad de los Trigos de España. Cosecha 2007.
- Asociación Española de Técnicos Cerealistas (A.E.T.C.), Encuesta de Calidad de los Trigos de España. Cosecha 2008.
- Callejo M.J., González M.C., Chaya C., Rodríguez G., Díaz V., Correa E.C., Pruebas de Análisis sensorial e instrumental como herramienta para el aprendizaje de asignaturas relacionadas con el procesado de alimentos. Proyecto de Innovación IE08027085. 2008.
- Carcea M., Influence of growing conditions on the technological performance of bread wheat. Unit of Studies on Cereals. National Institute for Research on Food and Nutrition. Rome, Italy 2006.
- Mäder P., Wheat quality in organic and conventional farming: results of a 21 year field experiment. Research Institute of Organic Agriculture. Switzerland.

SESIÓN C3



BASES BIOLÓGICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE UNA ESPECIE AMENAZADA: *SENECIO COINCYI*

Guerrero, Silvia

Departamento de Silvopascicultura. E.T.S.I. de Montes. Universidad Politécnica de Madrid
Correo electrónico: tragalunas@hotmail.com

RESUMEN

Senecio coincyi es una especie endémica del Sistema Central (más concretamente de la Sierra de Gredos) que además está catalogada como vulnerable (Martínez García *et al.*, 2008). A pesar del interés que presenta esta especie dada su peculiar ecología y reducida área de ocupación, no se habían realizado estudios en profundidad.

Nuestros estudios, iniciados en 2006, se pueden englobar dentro de cuatro proyectos de investigación: en primer lugar estudiamos la corología de la especie, haciendo un censo de sus poblaciones, y enviando después los resultados al proyecto AFA III; más tarde evaluamos su grado de amenaza según los criterios de la UICN, catalogándola como vulnerable para la Lista Roja 2008; también hemos colaborado con la Universidad de León y la Junta de Castilla y León para la propuesta de una microrreserva de flora; por concluir están los ensayos de germinación que todavía estamos realizando.

Palabras clave: *Senecio coincyi*, conservación, biología reproductiva

INTRODUCCION

La especie fue descrita por Rouy en 1890 (Rouy, 1980) a partir de plantas herborizadas por Coincy. Se trata de una especie amenazada que aparece por primera vez en el Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada (Gómez Campo *et al.*, 1987). En la Lista Roja 2000 (VV.AA, 2000), así como en la de 2008 (Martínez García, 2008), está catalogada como "Vulnerable" (VU). Desde el punto de vista legal se trata de una especie "En peligro de extinción", según el Catálogo de Flora Protegida de Castilla y León (VV.AA, 2007)

Con el fin de evaluar su estado de conservación, nos planteamos dos líneas de investigación:

- 1.- En primer lugar el estudio de su estado de conservación mediante el análisis de su corología, el censo de individuos y los factores de amenaza.
- 2.- La segunda se centra en la biología reproductiva de la especie: producción de flores y frutos, así como su capacidad de germinación. Todo ello con el fin de evaluar su éxito reproductivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para evaluar el estado de conservación de la especie se necesitó primero una etapa de campo en la que visitamos todas las poblaciones que figuraban en la bibliografía, comprobando las citas que se daban. En algunos casos no encontramos dichas poblaciones, al tratarse de un error o de poblaciones ya extintas, y en otros encontramos poblaciones no conocidas anteriormente. En total visitamos más de treinta cuadrículas UTM 1x1, y descubrimos cinco poblaciones no citadas. El trabajo de campo se hizo durante la primavera-verano de los años 2007 y 2008. Cuando era posible, se hizo un conteo directo de los individuos; algunos núcleos no eran tan accesibles y entonces se tuvo que hacer una estimación del número de individuos por extrapolación a partir de la superficie que ocupaban. Se marcaron las poblaciones con GPS para poder elaborar



posteriormente su cartografía, y tener una base de datos con las coordenadas UTM de los puntos más significativos (límites altitudinales y longitudinales de las poblaciones, individuos apartados del resto, etc.)

En estas visitas también se anotaron las observaciones relativas a amenazas reales o potenciales para la conservación de la especie, y se instalaron parcelas de 5x5 m en varios puntos de muestreo para hacer inventarios de vegetación en las poblaciones que consideramos de mayor interés.

La recogida de muestras para el estudio de la biología reproductiva se llevó a cabo paralelamente a las salidas al campo con motivo de los censos, y consistió en la recolección de flores y frutos en varios individuos de cada una de las poblaciones. Ya en el laboratorio, se hizo el conteo del número de capítulos por pie de planta, número de flores y frutos por capítulo.

Para los ensayos de germinación se utilizaron cámaras a distintas temperaturas (10, 15, 20, 25, 30 y 25/15°C) y condiciones de iluminación (oscuridad continua y fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 de oscuridad). Los ensayos se realizaron con 4 repeticiones de 25 semillas cada una, en placas Petri de 7 cm de diámetro, sobre dos discos de papel de filtro humedecidos con agua destilada (3 ml); se estudió la germinación de las cipselas (frutos) a lo largo de un periodo de 17 días.

RESULTADOS

Estado de conservación

La tabla 1 muestra los últimos datos acerca de las poblaciones de *Senecio coincoyi*, indicando su altitud, superficie estimada que ocupa, y número de individuos.

Tabla 1. Poblaciones y censo

Población	Altitud (m)	Superficie estimada (km ²)	Número de individuos
Herguijuela 2	1500-1700	0,750	10179
Piedrahíta 2	1750-1900	0,250	4217
Navamuñana	1700-1750	0,250	3570
San Martín	1580-1600	0,500	1927
Piedrahíta 1	1750-1850	0,200	1895
Ortigosa	1450-1570	0,250	1211
El Tiemblo	1550	0,250	827
Piedralaves	1360-1400	0,125	500
Hoyos del Espino	1470	0,250	436
Navalmahillo	1450-1500	0,200	391
Navacepeda 2	1300-1600	0,250	304
Navacepeda 1	1600	0,125	113
Herguijuela 1	1650-1800	0,125	43
Total		3,525	25613

Tanto en la localidad clásica donde fue herborizada, el Pinar de Hoyocasero, como en el cañón del río Tera (San Martín de Castañeda, Zamora), en principio hay que descartar su



presencia, ya que ambos territorios han sido frecuentemente prospectados por un buen número de botánicos sin resultado positivo.

Todas las poblaciones que se conocen en la actualidad se encuentran en la provincia de Ávila. La mayor parte de sus efectivos se concentran en dos áreas. La primera, en una franja al norte de la Sierra de Villafranca, desde Navamuñana al oeste hasta la sierra de Piedrahíta al este donde se suceden una serie de núcleos poblacionales en varios arroyos y vaguadas que suman más de 10.000 individuos.

El segundo conjunto se encuentra en un área comprendida entre las localidades de la Herguijuela, Navacepeda de Tormes y Ortigosa. Cuenta también con una serie de grupos poblacionales, pero con un número muy superior de individuos: más del doble del anterior, concentrados en su gran mayoría en una pequeña área próxima a La Herguijuela.

Separados de este gran conjunto, en dirección este hay otros tres núcleos más. En primer lugar cerca de San Martín de la Vega del Alberche, de tamaño medio con casi 2.000 individuos. Algo más al sur otro de menor extensión y de efectivos –en torno a 300 individuos- que se encuentra en un arroyo y prados de siega y diente entre los cercanos Hoyos del Espino-Navarredonda de Gredos.

Los dos últimos núcleos, bastante alejados del resto, se encuentran, uno, en la ladera noreste del pico del Mirlo, en El Tiemblo, (unos 500 individuos) y otro, cerca del puerto del Alacrán, en las sierras aledañas a la localidad de Piedralaves (otros 500 individuos).

Con todos estos datos, y teniendo en cuenta otras observaciones, hemos participado en diversos proyectos:

Por una parte, en la Tercera Edición del Atlas de Flora Vascular Amenazada de España: evaluamos el estatus de amenaza de la especie según los criterios de la UICN (UICN, 2001) catalogándola como Vulnerable (Martínez García *et al.*, 2008). Los principales factores de amenaza son el abandono de los prados de siega y el pisoteo del ganado. Además influyen negativamente el aislamiento de las poblaciones y su reducida área de distribución.

Por otra, y en colaboración con la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, hemos elaborado la propuesta de microrreserva de flora correspondiente a esta especie. La población seleccionada fue la de La Herguijuela.

Estudio de la biología reproductiva

Senecio coinnyi es un hemicriptófito vivaz que presenta un pequeño rizoma subterráneo localizado a poca profundidad, en torno a 5-10 cm. como máximo. Desconocemos su longevidad, pero parece que cada rizoma vive al menos dos años.

No hemos observado reproducción vegetativa a partir de sus rizomas, por lo que parece que esta especie presenta solo reproducción sexual. Cuando el individuo alcanza la madurez sexual genera un tallo florífero con un número variable de capítulos que oscila normalmente entre 10 y 20 según el individuo y la población, aunque excepcionalmente hemos contado 44 en un solo ejemplar.

La proporción de individuos que florecen y que no, nos puede dar una primera idea de la estructura de la población. Hemos estimado el porcentaje de cada uno en las diferentes poblaciones. En general la media de ejemplares que florecen, es decir de individuos



adultos, es muy alta, en torno al 80-90 %, para la mayoría de las poblaciones, aunque algunas albergaban un número menor.

Florece a lo largo del mes de junio y fructifica a finales del mismo mes y en las primeras semanas de julio. El número medio habitual de frutos maduros por capítulo, muy similar al de flores, oscila entre 125 y 170. La polinización la realizan diversos insectos: abejas, mariposas, moscas, coleópteros, etc. Parece que se trata de una especie entomófila generalista y anemócora.

Los resultados preliminares de los ensayos de germinación muestran que las cipselas de *S. coincyi* no presentan dormición y que los porcentajes finales de germinación alcanzados, bajo las diferentes condiciones de temperatura y fotoperiodo utilizadas, son muy elevados para todas las poblaciones estudiadas, en torno al 90%.

CONCLUSIONES

Senecio coincyi presenta una gran capacidad reproductiva: notable producción de frutos cada año y elevados porcentajes de germinación.

Los factores de amenaza para la pervivencia de la especie son su aislamiento poblacional, su reducida área de distribución y la presión ganadera.

AGRADECIMIENTOS

Estos trabajos se han realizado dentro de los proyectos: "Atlas de la Flora Vascular Amenazada de España, AFA III" y el "Convenio específico de colaboración entre la Universidad de León y la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León para la creación de microrreservas de flora".

Gracias a Enrique Rico, Bernardo García, Juan López, Carlos Morla, Fernando Moreno, Ignacio García-Amorena, Juan Manuel Rubiales y Salvia García por su ayuda y colaboración.

BIBLIOGRAFÍA

Gómez campo, C. & al. 1987. *Libro rojo de especies vegetales amenazadas de España Peninsular e Islas Baleares*. ICONA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Martínez García, F. 2007. *Estado de conservación de Senecio coincyi* Rouy. III Congreso de Biología de la Conservación de Plantas. Comunicación oral. Puerto de la Cruz (Tenerife), 25-28 de septiembre de 2007

Martínez García F. 2008. *Senecio coincyi*. In: *Lista Roja 2008 de la flora vascular española*. Moreno JC, coord. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino)-Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas, Madrid, 86 pp.

Martínez García F, García-Amorena I, Rubiales JM, García Álvarez S, Guerrero García S. 2008. *Senecio coincyi*. In: Bañares Á, Blanca G, Güemes J, Moreno JC, Ortiz S, eds. 2008, en prensa. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España*. Adenda 2008. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino)-Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid, 155 pp

Rouy, M.G. 1890. Diagnoses de plantes nouvelles pour la flore européenne. Bull. Soc. Bot. France 37: 162-164.

UICN, 2001. *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN*. Versión 3.1. Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza, Comisión de Supervivencia de Especies, Gland, Suiza

VV.AA. 2000. *Lista Roja de la Flora Vascular española*. Conservación Vegetal nº 6: 11-38

VV.AA. 2007. DECRETO 63/2007, de 14 de junio, por el que se crean el Catálogo de Flora Protegida de Castilla y León y la figura de protección denominada Microrreserva de Flora. B.O.C. y L. - Número 119, de 20 de junio 2007.



HERRAMIENTA PARA LA SELECCIÓN PREVIA AL SACRIFICIO DE TERNEROS DE RAZA AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA EN CEBO

Meneses, Cristina

Departamento de Mejora Genética Animal, INIA (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid

Correo electrónico: cristimeneses@hotmail.com

RESUMEN

La Asociación de ganaderos de la raza Avileña-Negra Ibérica posee cebaderos comerciales orientados al engorde de terneros para su posterior sacrificio. Uno de sus cebaderos cuenta con un Centro de Control que permite el regreso de los animales a sus ganaderías como futuros reproductores. Debido a la falta de sincronía entre los momentos en que se realizan las valoraciones genéticas y el momento de toma de decisiones de selección o desecho, ha sido necesaria la creación de una herramienta informática para seleccionar futuros reproductores por medio de una aproximación de a su potencial genético. La aplicación desarrollada en lenguaje Fortran90 se basó en una mimetización de la valoración post-destete basada en la ecuación de Ducrocq (1990). Esta herramienta se comparó con otros criterios de selección, obteniendo, esta, el mejor coeficiente de correlación (0,73) con la valoración completa, y por lo tanto estableciéndose como criterio de selección, de uso fácil y rápido para la toma de decisiones.

INTRODUCCION

La Asociación de ganaderos de la raza Avileña-Negra Ibérica, para maximizar el progreso genético de sus animales, posee un esquema de selección fundamentado en el control de rendimientos de forma sistemática, para la posterior realización de las valoraciones genéticas en el INIA (Instituto Nacional de Investigaciones y Tecnología Agraria y Alimentaria) dos veces al año, en febrero y en septiembre.

El esquema consta de dos niveles; fase pre-destete y fase post-destete. En la fase pre-destete se evalúa tanto el potencial de crecimiento (efecto directo) como la aptitud materna (efecto materno) y en la fase post-destete, se evalúa el peso y el crecimiento a una edad estándar de 365 días, acorde con el periodo medio de cebo en estos animales. En ambas fases se busca que la evaluación genética se lleve a cabo mediante el control de rendimientos de los animales en su medio de producción.

La metodología utilizada para la realización de las valoraciones genéticas es el BLUP, reconocido como el método óptimo para la predicción del mérito genético en animales controlados en condiciones comerciales no homogéneas ya que permite estimar simultáneamente los efectos ambientales y genéticos que actúan sobre el carácter de interés, obteniendo así predicciones insesgadas de los valores genéticos de los animales. El modelo utilizado es el Modelo Animal, donde la componente genética del fenotipo se atribuye al animal que produce el dato.

La información utilizada para la fase post-destete es la generada en los cebaderos comunitarios de la S.A.T integrada por ganaderos de la Asociación, estos cebaderos son comerciales y orientados al engorde final de terneros para su posterior sacrificio.

Para permitir el regreso de animales del cebadero a sus ganaderías de origen como futuros reproductores, se ha creado un Centro de Control junto a las instalaciones de cebo, por la necesidad de estar apartados físicamente del resto de las naves del cebadero. El Centro de Control sigue un manejo similar al del resto de las naves, con un flujo continuo de animales, terminando los animales el periodo de engorde según la demanda del mercado.



Debido a la falta de sincronía entre los momentos en que se realizan las valoraciones genéticas y el momento en que se han de tomar las decisiones de selección o desecho de los animales del Centro de Control, ha sido necesaria la creación de una herramienta informática de uso sencillo que pueda ser manejada por el personal del cebadero sin requerir gran tiempo para su cálculo y ejecutada horas antes de la salida de los animales hacia el matadero, permitiendo la selección de futuros reproductores por medio de una aproximación de su valor genético, haciendo uso de toda la información disponible hasta ese momento.

EVALUACIÓN EN CEBADERO

Para el desarrollo de la aplicación informática, se utilizó una aproximación basada en la expresión escalar del BLUP para el mérito genético de un individuo, según la expresión que puede encontrarse en Ducrocq (1990).

$$\hat{a}_i = \frac{1}{1 + \alpha d_i + \sum_h \frac{\alpha}{4} d_h} \left[\left(y_i - \sum_k \hat{b}_k \right) + \alpha d_i \left(\frac{\hat{a}_s + \hat{a}_d}{2} \right) + \sum_h \frac{\alpha}{4} d_h^2 \left(\hat{a}_h - \frac{\hat{a}_c}{2} \right) \right]$$

En esta forma de representar la predicción BLUP del mérito genético a_i puede verse que la predicción se obtiene mediante la suma ponderada de la información fenotípica (y_i) corregida por los posibles efectos ambientales (b_k) que están actuando sobre el dato observado y de la información genealógica. Dicha información genealógica está compuesta por el índice de pedigrí (semisuma del valor genético predicho de los padres, a_s y a_d) y por la suma de la desviación del mérito genético predicho de cada progenie (a_h) con el mérito predicho del otro progenitor (a_c). La ponderación, α , es función de la heredabilidad del carácter, siendo el carácter a valorar el peso ajustado del ternero a los 365 días de edad y $d_{i/h}$, que está asociado al conocimiento de pedigrí que existe sobre i .

En este caso, dado que los animales, cuyo valor genético se quiere predecir son terneros, la expresión queda reducida al eliminar la información de progenie.

Mimetizando la expresión, el *pseudoBLUP_i* (a_i), como se denominará al valor genético obtenido de cada individuo, se obtiene a partir de la expresión:

$$\text{pseudoBLUP}_i = w_{1i} \text{P365_DESV}_i + w_{2i} \text{IP}_i$$

Donde, P365_DESV_i es la desviación del dato fenotípico del ternero i (el peso ajustado a 365 días, P365_i) de la media de pesos ajustados de todos los terneros que forman el grupo de comparación, definiendo los contemporáneos como aquellos animales que han entrado en el mismo cebadero en la misma época y año. El peso ajustado a 365 días se obtiene previamente de forma individual para cada ternero mediante una regresión lineal usando todas las pesadas disponibles del ternero hasta el momento de realizar la evaluación en cebadero. El IP_i es el índice de pedigrí del ternero i , y se obtiene a partir de los datos de valoración genética de los padres de la última valoración genética disponible. Los coeficientes w_{1i} y w_{2i} son las ponderaciones de cada uno de los términos que componen la expresión, siendo el coeficiente α función de la heredabilidad ($\alpha = (1-h^2)/h^2$) y d_i el coeficiente de la diagonal de la inversa de la matriz de parentesco, pudiendo tomar los valores de 2, 4/3 ó 1, si se conocen los dos, uno o ninguno de los padres de individuo, respectivamente.

De la expresión utilizada se puede obtener una aproximación de la varianza del error de predicción (VEP), teniendo en cuenta que la inversa del elemento diagonal correspondiente al valor genético del individuo i es $(1/1+\alpha d_i) \sigma_e^2$, donde σ_e^2 es la varianza residual. Con este factor se puede obtener una aproximación de la precisión del



PBLUP (pseudoBLUP), definiéndose como el cuadrado de la correlación entre el valor genético predicho y el real del individuo, $((1-(VEP/\sigma_a^2))^{1/2})^2$, donde σ_a^2 es la varianza genética aditiva del carácter.

Con valores de 0,46 para la heredabilidad del carácter P365, 914 para la σ_a^2 y 1080 la σ_e^2 , se obtiene una aproximación de la precisión del método de 65% cuando se dispone de la información de sus dos padres, 54% uno de ellos y 46% con padres desconocidos.

-Desarrollo de la aplicación informática

Para el desarrollo de la herramienta de valoración rápida se preparó un programa en lenguaje Fortran90.

Con el fin de evitar posibles errores en los datos empleados, se realizó un filtrado de la información, al igual que en la valoración BLUP.

Tras el cálculo del PBLUP se obtiene una salida de los datos en un archivo de texto, donde se especifica la fecha de la valoración, el animal y el PBLUP obtenido, junto a una recomendación de ayuda para la toma de la decisión.

La recomendación se establece en función del valor de los percentiles para los méritos genéticos predichos obtenidos en la valoración genética más reciente, con el fin de seleccionar sólo aquellos animales que supongan una mejora genética en la población, para lo cual se recomienda dejar como futuros sementales, individuos cuyo PBLUP esté por encima del percentil 75, el desecho de aquellos cuyo valor del PBLUP sean inferior al percentil 50 y casos dudosos los animales con valores comprendidos entre el percentil 50 y el 75.

COMPARACIÓN CON OTROS CRITERIOS ALTERNATIVOS

Los índices de valor genético obtenidos con el PBLUP se compararon con otros posibles criterios alternativos, para situarlo en relación a criterios más sencillos de cálculo y con el óptimo, que sería el resultante de una valoración BLUP. Para el cálculo de los criterios alternativos se mantuvieron los filtros exigidos en el PBLUP.

Alternativas evaluadas:

- Peso a la salida del animal del cebadero (PSAL)
- Peso ajustado del animal a los 365 días de edad (P365)
- Peso ajustado del animal a los 365 días desviado con respecto a su grupo de comparación (P365_DESV)
- Índice de pedigrí (IP)

Para hacer la comparativa se seleccionaron los animales valorados por primera vez en la última evaluación completa (febrero de 2008), cuyos datos no habían sido utilizados en la valoración anterior (septiembre de 2007). De esta forma se intentó emular las condiciones de selección en el cebadero, donde se han de valorar animales sin valor genético previo a partir de la información de pesos propia y del valor genético de sus padres predicho sin la información de ese individuo. El total de animales considerados fue de 289 machos Avileños-N.I. con información genealógica completa (padre y madre conocidos). Para evaluar la bondad de la herramienta se obtuvo el coeficiente de correlación de Pearson en las distintas alternativas propuestas, utilizándose el procedimiento CORR PEARSON de SAS. Los resultados se muestran en la Tabla 1.



Tabla 1. Coeficientes de correlación del BLUP con las cinco alternativas planteadas.

		BLUP			
		(P ₁ ,M ₁)	(P ₁ ,M ₀)	(P ₀ ,M ₁)	(P ₀ ,M ₀)
PBLUP	r	0,73	0,67	0,64	0,57
IP	r	0,56	0,53	0,48	
P365_DESV*	r	0,57			
P365*	r	0,57			
PSAL*	r	0,33			

BLUP: Valoración completa; PBLUP: PseudoBLUP; IP: Índice de pedigrí; P365_DESV: Peso ajustado del individuo desviado de su grupo de comparación; P365: Peso ajustado del individuo; PSAL: Peso a la salida del cebadero; r: Coeficiente de correlación de Pearson; (P₁,M₁): Padre y madre conocido; (P₁,M₀): Padre conocido y madre desconocida; (P₀,M₁): Padre desconocido y madre conocida; (P₀,M₀): Padre y madre desconocido; *: Mismos valores en cada uno de los casos; La significación para todos los casos fue < 0.0001

Los resultados mostrados en la Tabla 1, donde se correlacionan las cinco alternativas planteadas, frente al BLUP, indican que el PBLUP es la alternativa que ofrece una mayor correlación con la solución considerada como óptima, que es el BLUP. Las correlaciones oscilan entre 0,73 para el caso más favorable en el que se tiene información genealógica completa y 0,56 cuando no se conoce ninguno de los dos progenitores.

En el otro extremo, el criterio que menor correlación presentó, el peso de salida del ternero, mostró con el BLUP un valor de 0,33, poniendo en cuestión el valor del peso a 365 días como estimador del peso de salida, debido a que la salida de los animales se produce en muchos casos con posterioridad a esa edad.

Los otros criterios analizados, el IP; P365_DESV y P365, mostraron una correlación intermedia, algo superior a 0,5 con el BLUP. Si bien el P365_DESV mostró una correlación algo más alta que el P365, las diferencias fueron pequeñas, indicando que la corrección por el nivel del grupo de comparación no mejora sustancialmente la bondad del PBLUP en comparación a usar el peso individual ajustado.

CONCLUSIONES

La herramienta de valoración rápida, 'pseudoBLUP', es el mejor criterio de selección entre las distintas alternativas comparadas, en ausencia de una valoración completa con metodología BLUP, como alternativa de uso fácil y rápido en la toma de decisiones sobre la selección de terneros para vida en base a su rendimiento en cebadero.

AGRADECIMIENTOS

Asociación Española de Criadores de Ganado Vacuno Selecto de Raza Avileña-Negra Ibérica (AECRANI).

BIBLIOGRAFÍA

Ducrocq V. 1990. INRA. Prod. Anim. 3(1): 3-16.



NOTHOFAGACEAE: LAS HAYAS DEL FIN DEL MUNDO

Valdés, M^a Magdalena

Departamento de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal, E.T.S.I. Agrónomos

Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: magdalena.valdes.zanartu@alumnos.upm.es

RESUMEN

Nothofagaceae Kuprian. es una familia compuesta por un sólo género, *Nothofagus* Blume, que cuenta con 35 especies, las cuales son en su mayoría árboles de gran porte, caducifolios o perennifolios, distribuidos en el hemisferio sur en Chile, Argentina, Australia, Nueva Zelanda, Nueva Guinea y Nueva Caledonia. En el caso particular de Chile, donde crecen 9 especies nativas de *Nothofagaceae* (3 de ellas endémicas), éstas tienen gran importancia como recurso maderero, pero principalmente como recurso paisajístico, ya que están presentes en el 90% de la superficie total que ocupa el Bosque Nativo Chileno, dando lugar a magníficos paisajes. Este trabajo plantea que la familia *Nothofagaceae* es un importantísimo recurso fitogenético para la conservación de los paisajes de las zonas centro y sur de Chile.

Palabras clave: *Nothofagus*, recursos fitogenéticos, paisaje Chile

INTRODUCCION

Este artículo es una revisión bibliográfica del origen, la sistemática y la importancia de la familia *Nothofagaceae* en Chile, desde el punto de vista de su aporte al paisaje chileno. Su objetivo es poner de manifiesto y dar a conocer la destacada importancia de esta familia en los paisajes de las zonas Centro y Sur de Chile. Para una mejor comprensión de este trabajo, se hace una breve referencia a la geografía de Chile, sus paisajes y bosques nativos. Luego se trata el origen, la sistemática y las características botánicas de la familia *Nothofagaceae*, para pasar a la situación de las *Nothofagaceae* en el contexto de Chile: las especies presentes en el territorio y su importancia relativa dentro del paisaje y como recurso fitogenético para la conservación de los paisajes del Centro y Sur de Chile.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Chile es una larga y estrecha franja de tierra que se extiende entre los paralelos 17°29' S y los 56°32' S, en el extremo sur de América, entre el Océano Pacífico y la Cordillera de los Andes. Limita al norte con Perú, al este con Bolivia y Argentina, y al sur con el Paso Drake. Tiene una superficie aproximada de 756.000 km².

Las características geográficas de Chile permiten que en su territorio exista una gran variedad de climas, lo que implica la presencia de una gran variedad de tipos de vegetación. A las variaciones de latitud se agrega una topografía caracterizada por las cordilleras que recorren Chile de norte a sur: Cordillera de los Andes al este, y Cordillera de la Costa al oeste, y que forman miles de valles y quebradas, además de islas, fiordos y archipiélagos en el sur del país.

Esta abrupta topografía ha determinado la formación de microclimas y en consecuencia una vegetación extremadamente variada. De ello dan cuenta, a grandes rasgos, las 8 Regiones Vegetales en que se ha clasificado el territorio (Gajardo, 1994), y que a su vez se subdividen en Subregiones, Formaciones y Asociaciones o Comunidades Vegetales.

Los bosques nativos chilenos se clasifican de acuerdo a las especies presentes en sus estratos dominantes y a su estructura, en "Tipos Forestales" (Donoso, 1981) que se



nombran en la Tabla 1, y que en total ocupan una superficie de 13.430.602 ha, un 20% del territorio chileno continental.

Tabla 1. Tipos Forestales de Chile y superficie que ocupan (según Stark Schilling, 2006-2007) en relación con la importancia de *Nothofagus* spp. en cada uno de ellos (elaboración propia)

TIPO FORESTAL	SUPERFICIE [ha]	PORCENTAJE	SITUACIÓN DE NOTHOFAGUS		
			DOMINANTE	PRESENTE	AUSENTE
Lenga	3.391.551,8	25,3	x		
Roble - Hualo	188.322,7	1,4	x		
Coihue - Raulí - Tepa	563.519,1	4,2	x		
Roble - Raulí - Coihue	1.460.531,0	10,9	x		
Coihue de Magallanes	1.793.097,5	13,4	x		
Alerce	263.191,8	2		x	
Araucaria	261.073,1	1,9		x	
Siempreverde	4.148.904,8	30,9		x	
Ciprés de la Cordillera	44.996,2	0,3		x	
Ciprés de las Guaitecas	970.326,0	7,2		x	
Esclerófilo	345.088,9	2,6			x
TOTAL	13.430.602,8	100			

La familia *Nothofagaceae* comprende sólo 35 especies (APG, 2003), ó 36 (según otros autores) reunidas en un único género, *Nothofagus*, y distribuidas en Chile, Argentina, Nueva Guinea, Nueva Caledonia, Australia y Nueva Zelanda. Son árboles que forman extensos bosques caducifolios o perennifolios en las regiones templadas del hemisferio sur. El género *Nothofagus* fue descrito por Blume en 1850, como miembro de la familia *Fagaceae*, asociado con *Fagus* en la subfamilia *Fagoideae*. La familia *Nothofagaceae* fue separada de *Fagaceae* por Kuprianova en 1962 (Takhtajan, 1997), y los sistemas de clasificación de autores recientes, como Thorne (1992) o el Angiosperm Phylogeny Group (APG, 2003) la han aceptado y propuesto como familia hermana de *Fagaceae*.

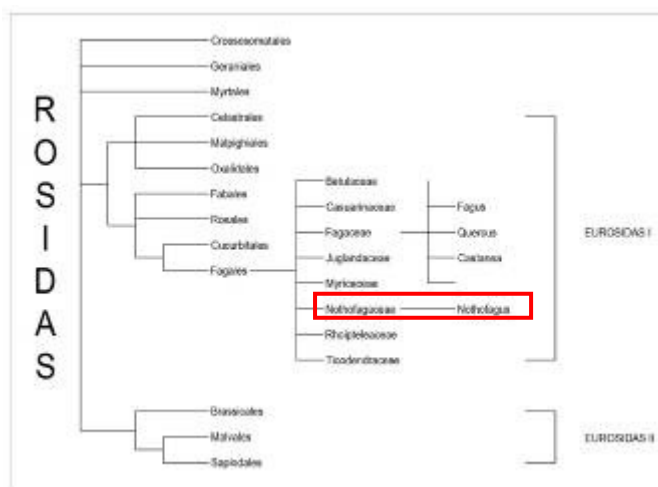
El origen evolutivo de las *Nothofagaceae* ha sido sujeto de amplias discusiones en el mundo de la botánica. De acuerdo con estudios recientes, la familia tendría unos 90 millones de años, y su distribución actual se explicaría por el proceso de vicarianza, es decir, por la interposición de una barrera geográfica, en este caso el océano, como la causa de la fragmentación de una biota original (“matriz fagácea”) situada inicialmente en un continente único (Gondwana), fragmentado después, según la teoría tectónica de placas (Moreira Muñoz, 2004). De acuerdo a esta teoría, la historia de las *Nothofagaceae* es la historia de la deriva de los continentes del hemisferio austral. *Fagaceae* y *Nothofagaceae* pertenecen al orden *Fagales* (Figura 1) que actualmente se sitúa en el clado Rósidas (APG, 2003) de la clase Magnoliopsida (dicotiledóneas), división Magnoliophyta (angiospermas).

Nothofagaceae es una familia de plantas leñosas, árboles y raramente arbustos de tamaño arbóreo. Son especies caducifolias o perennifolias, monoicas. La polinización es anemófila. Las hojas son simples, alternas, con margen entero o dentado/aserrado, y con estípulas caedizas que protegen las yemas. Las flores son pequeñas, unisexuales. Las masculinas solitarias, o en racimos de 2, 3 ó 4 flores, con numerosos estambres. Las femeninas, dispuestas en inflorescencias generalmente de 3 flores (excepto en *N. pumilio*, con flores solitarias), tienen ovario ínfero. El fruto es una nuez de color amarillento y tamaño variable, entre los 1-2 mm hasta 12-18 mm de largo, algo peluda; las nueces se reúnen en grupos de 3, cada uno rodeado por una cúpula que se divide en 4 valvas, siendo las dos nueces inferiores triangulares, trialadas, y la interna plana,



bialada; en *N. pumilio* la cúpula tiene 2 valvas, y en su interior 1 nuez pilosa de 6-7 mm de largo (Donoso, 2005).

Figura 1. Posición sistemática de las *Nothofagaceae* (según APG website)



Las *Nothofagaceae* se distribuyen en Chile desde el paralelo 32° 50' S, en la Región Mediterránea, hasta el paralelo 56° S, en la Patagonia. En este territorio crecen 9 especies nativas (Riedemann & Aldunate, 2001, 2003; Hoffmann, 1982, 1998): *Nothofagus antarctica* (G. Forst.) Oerst. (ñirre, especie tipo del género), *N. alpina* (Poepp. & Endl.) Oerst. (raulí), *N. alessandrii* Espinosa (ruil), *N. betuloides* (Mirb.) Blume (coigüe de Magallanes), *N. dombeyi* (Mirb.) Blume (coigüe, Figura 2), *N. glauca* Krasser (roble hualo), *N. nitida* Reiche (coigüe de Chiloé), *N. obliqua* (Mirb.) Blume (roble pellín) y *N. pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser (lenga). De éstas, 3 son endémicas de Chile: *N. alessandrii*, *N. nitida* y *N. glauca*. Es ampliamente discutida la presencia de una décima especie, que también sería endémica, *N. macrocarpa* (roble de Santiago), que a efectos de este artículo se considera sin embargo una variedad del roble pellín, *N. obliqua* var. *macrocarpa* (A. DC.) Reiche. Además se reconocen al menos 5 híbridos: *N. alpina* x *N. obliqua*, *N. betuloides* x *N. dombeyi*, *N. betuloides* x *N. nitida*, *N. dombeyi* x *N. nitida* y, el más conocido, *N. glauca* x *N. obliqua* (huala).

Figura 2. Bosque de *Nothofagus dombeyi* (coigüe)



La importancia de las *Nothofagaceae* en Chile se deduce de la Tabla 1. Del total de la superficie que ocupa el Bosque Nativo Chileno (13.430.602,8 ha), el 55,2% (7.397.022 ha) corresponde a los Tipos Forestales en que las *Nothofagaceae* son predominantes; y



esta cifra asciende al 90,3% (12.115.188 ha) si se toman en cuenta todos los Tipos en que las Nothofagaceae están presentes.

CONCLUSIONES

Hablar del bosque nativo chileno es hablar de *Nothofagaceae*; éstas son parte estructural en los bosques nativos de Chile, dando lugar a variadísimos y magníficos paisajes, monumentales, inigualables, tanto por sí solas, como en conjunto con otras especies nativas, coníferas o dicotiledóneas. Preservar esta familia por lo tanto es un imperativo para el país. Queda abierta y explícita la invitación a admirar y valorar los paisajes de Chile, y el desafío de hacer todos los esfuerzos necesarios y posibles por salvaguardar el gran tesoro que guarda este territorio en las “Hayas del Fin del Mundo”.

BIBLIOGRAFÍA

- APG, Angiosperm Phylogeny Group (2003) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. Botanical Journal of the Linnean Society 141: 399-436 (http://en.wikipedia.org/wiki/APG_II_system).
- APG (Angiosperm Phylogeny Website): <http://www.mobot.org/MOBOT/Research/APweb/welcome.html>
- Donoso, C. (2005). Árboles nativos de Chile. Guía de reconocimiento. 4ª edición. Valdivia.
- Donoso, C. (1981). Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. Documento de Trabajo N°. 38. Investigación y Desarrollo Forestal (CONAF, PNUD-FAO).
- Gajardo, R. (1994). La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Santiago.
- Heads, M. (2006) Panbiogeography of *Nothofagus* (Nothofagaceae): analysis of the main species massings. Journal of Biogeography 33: 1066-1075. <http://www3.interscience.wiley.com/journal/118728917/abstract>
- Hoffmann, A. (1982). Flora silvestre de Chile, Zona Araucana. 4ª edición. Santiago. 258p.
- Hoffmann, A. (1998). Flora Silvestre de Chile, Zona Central. 4ª edición. Santiago. 254p.
- Moreira Muñoz, A. (2004) *Nothofagus* Bl., pieza clave en la reconstrucción de la biogeografía del hemisferio austral. Revista Chagual 2: 15-25 (http://www.geo.puc.cl/pdf/moreira/Moreira_Nothof_004.pdf).
- Riedemann, P. & G. Aldunate (2001). Flora Nativa de valor ornamental. Identificación y Propagación. Chile, Zona Centro, 2ª edición. Ed. Andrés Bello, Santiago.
- Riedemann, P. & G. Aldunate (2003). Flora Nativa de valor ornamental. Identificación y Propagación. Chile, Zona Sur, 1ª edición. Ed. Andrés Bello, Santiago.
- Stark Schilling, D. (2006-2007) Enciclopedia de la Flora Chilena, www.florachilena.cl
- Takhtajan, A. (1997) Diversity and classification of flowering plants. Columbia University Press, New York.
- Thorne, R. (1992) Classification and geography of the flowering plants. Bot. Rev. 58: 225-348.



VITAMINAS Y MINERALES EN LA NUTRICION DE FAISANES

Plaza, Ignacio

Departamento de Producción Animal. E.T.S. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

Correo electrónico: i.plazagordo@gmail.com

OBJETIVOS

Dada la escasa información existente sobre la nutrición mineral y vitamínica de los faisanes, y teniendo en cuenta que los pocos trabajos que hay son muy antiguos (Scott *et al.*, 1958,1959), el objetivo de este trabajo fue estudiar la importancia de estos nutrientes en su alimentación.

Palabras clave: faisán, vitaminas, minerales

INTRODUCCION

En los últimos años, el número de granjas dedicadas a la producción de avicultura alternativa ha aumentado (Tabla 1). Sin embargo, los programas de investigación llevados a cabo en estas áreas son muy escasos lo que impide la optimización de estas producciones.

Tabla 1. Número de explotaciones por especie avícola en España (Adaptado de MAPA, 2008)

Especie	2007		2008 (mayo)	
	Nº explotaciones	%	Nº explotaciones	%
Pollo	9.585	73,31	9.376	70,42
Pavos	726	5,55	791	5,94
Perdices	591	4,52	705	5,30
Palomas	535	4,09	629	4,72
Ratites	449	3,43	412	3,09
Patos	368	2,81	418	3,14
Codornices	318	2,43	378	2,84
Faisanes	267	2,04	327	2,46
Ocas	180	1,38	206	1,55
Pintadas	56	0,43	72	0,54
Total	13,075	100	13,314	100

La cría de faisanes (*Phasianus colchicus*. Figura 1) es una actividad marginal dentro del mundo de la avicultura moderna constituyendo únicamente el 2,5% del total de las granjas en mayo del 2008.

Figura1. Faisán hembra (izquierda) y faisán macho (derecha).





El faisán se produce como ave de actitud cárnica o como ave cinegética (caza). En cuanto a los faisanes de aptitud cárnica, existen líneas comerciales con buenos índices de conversión (entre 4-6 g/g) que alcanzan pesos al sacrificio elevados de entorno a 1 kg en hembras y 1,5 kg en machos con un rendimiento a la canal de entorno a un 70%. La carne de faisán es saludable dado que es baja en colesterol y en grasas siendo muy demandada por hoteles y restaurantes (Tabla 2). Su aporte calórico es de unas 133 calorías por cada 100 g de carne, 3,6% de grasa y 24% de proteínas. Aunque el contenido de grasa es bajo, es mayor que el de la pechuga de pollo o de pavo por lo que su palatabilidad es mayor (Severin *et al.*, 2006). Con el objetivo de diversificar los productos cárnicos obtenidos a partir de los faisanes y aumentar su calidad, en ocasiones se lleva a cabo la castración de los machos, obteniéndose canales más grasas.

Tabla 2. Variación de la composición nutricional de la carne según la especie

Valor por 100 g	Calorías	Grasa	Proteína
Faisán	133	3,60	24
Pechuga pollo	159	3,42	31
Pavo	154	3,45	29
Ternera	213	10,35	26
Cerdo	219	10,64	29

Las líneas utilizadas para la repoblación han de ser ejemplares fuertes y vigorosos con capacidad de volar y con más de 18 semanas de edad, siendo estirpes más ligeras que las utilizadas para la obtención de carne. Sus alas han de estar preparadas para alcanzar 10 m de altura en muy pocos segundos y su precio ronda los 15 € por ave, superando los 30 € por captura en una jornada cinegética.

Otro destino del faisán es la obtención de plumas que sirven de adorno para la confección de ropas, tocados, espaldares y sombreros, siendo las de la cola las de mayor valor. Se obtienen de 5 a 6 plumas por año y ave, rondando entre los 5 y 10 € por unidad.

NUTRICIÓN MINERAL DEL FAISÁN

Calcio y fósforo:

Las necesidades de Ca en los pollos de faisán en crecimiento son de 0,76-0,98% recomendándose valores entre 1-1,30% (Gorrachategui, 1996). A partir de las 4 semanas de vida del faisán, la mayoría de las recomendaciones (INRA, 1989; Manetti, 1989; Gorrachategui, 1996) sitúan las necesidades de Ca en torno al 1%, aumentándose en la fase de puesta a un nivel de 2,7%, con niveles de fósforo (P) disponible de 0,45 a 0,55%. El Ca procede de fuentes como el carbonato cálcico y la conchilla de ostras. Las fuentes de P más utilizadas son los fosfatos cálcicos o sódicos.

En la fase de crecimiento, Reynnells y Flegal (1983) observaron que los faisanes que recibían niveles altos de Ca en la dieta crecían menos, consumían menos pienso y presentaban más problemas por plumas enmarañadas y mayor mortalidad que los faisanes que recibían dietas con niveles bajos de Ca. Los problemas aumentaban cuando las dietas además de ser ricas en Ca eran pobres en P.

Sodio y cloro:

INRA (1989) y NRC (1994) recomiendan niveles de sodio (Na) del 0,15% aumentándolo a 0,17% en el periodo de puesta. En cuanto a los niveles de cloro (Cl) recomiendan 0,12% y 0,15%, respectivamente. Una fuente muy económica de Na y Cl es la sal común. Si es yodada además también se cubren las necesidades de iodo.

Microminerales:

El zinc y el selenio son los minerales más importantes en la producción de faisanes (Manetti, 1989) debido a que su deficiencia produce una desviación del tarso-metatarso y un emplume anormal, aspecto muy importante en los faisanes destinados a la producción



cinagética. El magnesio interviene en el desarrollo óseo y afecta a la eclosionabilidad. El hierro y el cobre están relacionados con la pigmentación de las plumas. La Tabla 3 muestra las recomendaciones de microminerales para faisanes según la edad (Gorrrachategui, 1996).

Tabla 3. Recomendaciones de niveles de microminerales en faisanes (Gorrrachategui, 1996)

Mineral, ppm	Arranque ¹	Cría ²	Mantenimiento	Puesta
Hierro	50-90	50-70	-	50-90
Zinc	50-80	60-66	30-60	50-80
Manganeso	50-100	55-90	30-60	50-80
Cobre	10-12	8-10	2	10
Iodo	0,3-1,2	0,4-1,2	0,3-0,4	0,4-1,2
Selenio	0,13-0,2	0,13-0,2	-	0,13-0,2

¹ 0 – 12 semanas

² > 13 semanas

NUTRICIÓN VITAMÍNICA DEL FAISÁN

Las vitaminas son nutrientes esenciales e imprescindibles para la vida puesto que regulan todos los procesos fisiológicos. Por tanto, son necesarias para lograr un crecimiento óptimo y un estado sanitario adecuado.

Vitamina A

Entre las funciones asociadas a la vitamina A se encuentran la actividad protectora de los epitelios y el correcto desarrollo y crecimiento de las aves. Su deficiencia es especialmente visible en polluelos por su falta de uniformidad, el mal estado del plumaje y la inflamación de los ojos. Es importante tener en cuenta que se oxida en contacto con el aire, el calor o los rayos ultravioletas.

Vitamina D

Es importante por su acción antirraquítica ya que está asociada al control del ratio Ca/P. Es termolábil y una fuente rica en vitamina D es el aceite de pescado.

Vitamina E

Es indispensable para el correcto funcionamiento de los aparatos reproductor, muscular y nervioso. Su carencia origina trastornos como encefalomalacia en polluelos y bajo índice de puesta en reproductoras. Se encuentra en el germen de los cereales y en los vegetales verdes.

Las necesidades en vitaminas según la edad se presentan en la Tabla 4.



**Tabla4. Necesidades de vitaminas en faisanes
(Gorrachategui, 1996)**

Vitaminas por Kg	Arranque ¹	Cría ²	Puesta
Vitamina A, UI	15.000	10.000	10.000
Vitamina D3, UI	2.500	2.000	2.000
Vitamina E, UI	10	5	20
Vitamina K3, mg	2	1	1
Vitamina B2, mg	6	4,5	4,5
Vitamina B12, µg	10	10	10
Acido fólico, mg	0,55	0,55	0,55
Acido pantoténico, mg	10	10	10
Acido nicotínico, mg	50	50	50
Colina, mg	650	300	300

¹ 0 – 12 semanas

² > 13 semanas

CONCLUSIÓN

Es importante ajustar los aportes a las necesidades de minerales y de vitaminas teniendo en cuenta que varían con la especie y con el periodo productivo. Asimismo, es necesario aumentar los trabajos científicos sobre las necesidades de nutrientes de las distintas producciones minoritarias ya que todavía se desconoce su potencial productivo. Para ello, posiblemente ayudaría un aumento por parte del consumidor de este tipo de carnes bajas en calorías y con un elevado valor organoléptico.

BIBLIOGRAFÍA

- Gorrachategui, M. 1996. FEDNA 12: 159-198.
- INRA. 1989. L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles. INRA (eds). París, Francia.
- Manetti, O. 1989. Cría del faisán. Mundi-Prensa (ed.). Madrid, España.
- MAPA. 2008. IV. Política de producción agrícola y ganadera. pp. 328.
- NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9ª ed. rev. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Reynells y Flegal. 1983. Proceedings Guelph Nutrition Conference. pp. 15-25.
- Scott, M.L., Holm, E.R. y Reynolds, R.E. 1958. Poultry Sci., 37: 1419.
- Scott, M.L., Holm, E.R. y Reynolds, R.E. 1959. Poultry Sci., 38: 1344.
- Severin, K., Masket, T., Janicki, Z., Knjevic, D., Slacica, A. y Hrupacki, T. 2006. Veterinarski Arhiv., 76: 211-219.



DIFERENCIACIÓN ENTRE *Brassica montana* POURR. Y OTRAS ESPECIES AFINES DE N=9 DE LA SECT. *Brassica* (*Brassicaceae*) MEDIANTE TÉCNICAS ELECTROFORÉTICAS

Zúmel, Laura

Departamento de Biología Vegetal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid
Correo electrónico: laurazumel@alumnos.upm.es

RESUMEN

Se han analizado los patrones electroforéticos de globulinas (proteínas de reserva) y de varios sistemas enzimáticos de semilla para estudiar la variabilidad genética existente entre diversas especies del género *Brassica*. De un total de 19 muestras procedentes del banco de germoplasma de la UPM, once corresponden a *B. montana*, dos a *B. oleracea*, dos a *B. incana*, y una muestra de cada una de las siguientes especies: *B. hilarionis*, *B. cretica*, *B. insularis*, y *B. villosa*, todas ellas con número gamético de cromosomas $n=9$. Se detectaron diferencias interespecíficas mediante el análisis de los patrones de globulinas. Los patrones isoenzimáticos permitieron diferenciar 122 bandas distintas en el total de las muestras, que dió lugar a una matriz de datos que, analizada mediante el método UPGMA del paquete de programas NTSYS, generó un dendrograma en el que todas las poblaciones de *B. montana* aparecen claramente separadas del resto de especies. Asimismo se observa que las poblaciones de *B. montana* manifiestan variabilidad intraespecífica coincidente en general con la distribución geográfica de las mismas.

Palabras clave: *Brassicaceae*, globulinas, isoenzimas

INTRODUCCIÓN

Al género *Brassica* pertenecen numerosos táxones de interés agronómico tales como *B. oleracea*, la col, y sus distintas variedades: *B. oleracea* var. *acephala* (col), var. *botrytis* subvar. *cauliflora* (coliflor), la subvar. *cymosa* (brócoli), la variedad *gemmifera* (coles de Bruselas), etc.; pero también la tribu *Brassicaceae* a la que pertenece *B. oleracea*, incluye otras especies de interés económico como *B. juncea* y *B. nigra* (mostazas) y *B. rapa* (colza).

Desde un punto de vista taxonómico, *B. montana* es una de las especies más estrechamente relacionada con *B. oleracea*, morfológicamente muy semejante a ésta de tal modo que, a menudo, se ha considerado subespecie de la misma. Crece en la franja costera del Mediterráneo occidental, desde el NE español hasta el N de Italia. En la Península Ibérica se encuentra en Gerona, concretamente en la Costa Brava, donde la planta recibe el nombre vernáculo de “col borda” o col silvestre (Gómez-Campo, 1993). En su distribución geográfica, el límite oriental de distribución de *B. montana* enlaza con *B. incana*, la cual llega hasta Sicilia. Esta isla, en la que crecen otras tres especies, parece ser el centro de diversificación de la sect. *Brassica* (con $n=9$ cromosomas gaméticos).

MATERIAL Y MÉTODOS

Extracción y electroforesis de la fracción globulinas (cruciferinas)

La extracción se realizó en tubos eppendorf macerando 2 semillas en 100 μ L de una solución de NaCl 0,4 M+ β -mercaptoetanol al 3%. Después de agitar en Vortex, los extractos se dejaron durante varias horas a temperatura ambiente. Transcurrido el tiempo de incubación, se centrifugaron a 12.500 rpm durante 45 min a 4 °C). Una vez recogido el sobrenadante, a cada extracto se añadió el tampón reductor en una proporción 1:1 (v/v) y se hirvió a baño maría durante 5 minutos. La electroforesis (SDS-PAGE) se desarrolló siguiendo el método de Laemmli (1970) modificado por Sánchez-Yélamo (en Vázquez et



al. 2000) y posteriormente se tiñeron los geles con azul de Coomassie. Se hicieron cinco repeticiones.

Extracción y electroforesis de isoenzimas

La extracción se realizó en morteros previamente enfriados en hielo macerando 20 semillas en 500 μ L de tampón Tris-fosfato 0,26 M, pH 6,9 añadiendo PVPP para eliminar los compuestos fenólicos. Tras centrifugar (12.500 rpm a 4° C durante 45 minutos), se llevaron a cabo las electroforesis en geles de poliacrilamida en condiciones nativas (PAGE). Finalizados los recorridos electroforéticos, los geles fueron teñidos con tinciones específicas para los respectivos sistemas enzimáticos CO, MDH y SOD (Vallejos, 1983) EST, ACP y AAT (Sánchez-Yélamo, 1992). En todos los casos se hicieron cuatro repeticiones.

Análisis de datos

Para el estudio de las relaciones entre las muestras, tanto los patrones de isoenzimas como los de globulinas fueron analizados considerando cada banda como un carácter cualitativo y, por tanto, tratado numéricamente de forma binaria (presencia/ausencia). Con ello se elaboraron las correspondientes matrices de datos a partir de las que se generaron las matrices de similitud entre las diferentes muestras utilizando el coeficiente de asociación Dice. Posteriormente, se realizó un análisis de agrupamientos mediante el método UPGMA para obtener los correspondientes dendrogramas, todo ello utilizando el conjunto de programas de NTSYS-pc ver. 2.2 (Rohlf, 2005).

Tabla 1. Poblaciones de *B. montana* y especies afines analizadas

NºBG ¹	CT ²	Especie	Localidad	Coord. geográficas ³	
9855	a	<i>B. montana</i>	Cap Norfeu (Ge)	3°14'57"	42°14'38"
9856	b	<i>B. montana</i>	Cap S. Sebastiá (Ge)	3°12'15"	41°53'54"
9857	c	<i>B. montana</i>	El Golfet, Calella (Ge)	3°10'44"	41°52'49"
9858	d	<i>B. montana</i>	Punta de Cap Mort (Ge)	3°02'53"	41°46'59"
9859	e	<i>B. montana</i>	Punta d'en Bosc (Ge)	3°00'05"	41°45'56"
9860	f	<i>B. montana</i>	Cala Joana, Canyet (Ge)	2°59'46"	41°45'55"
9862	g	<i>B. montana</i>	Cala Sr. Ramón (Ge)	2°58'32"	41°45'30"
9863	h	<i>B. montana</i>	Vallpresona (Ge)	2°58'18"	41°45'13"
9864	i	<i>B. montana</i>	Cala Salions (Ge)	2°57'57"	41°44'53"
9865	j	<i>B. montana</i>	Cala Futadera (Ge)	2°57'29"	41°44'22"
6831	k	<i>B. montana</i>	Cala Bona, Tossa de Mar	2°56'48"	41°43'49" (*)
6558	l	<i>B. incana</i>	Gruta delle Felchi (Capri, Italia)	14°13'57"	40°32'48" (*)
6344	m	<i>B. cretica</i>	Isla de Limnos (Grecia)	25°11'25"	39°53'84" (*)
7346	n	<i>B. insularis</i>	Isla di cavalli (Cerdeña, Italia)	9°19'04"	41°12'09" (*)
7344	o	<i>B. hilarionis</i>	Korno Peak (Turquía)	28°52'19"	41°00'69" (*)
6597	p	<i>B. incana</i>	Agnone Siracusa (Sicilia, Italia)	15°05'29"	37°19'48" (*)
3821	q	<i>B. villosa</i>	Monte Erice (Sicilia, Italia)	14°02'22"	37°28'26" (*)
9887	r	<i>B. oleracea</i>	Punta del Cuerno, Cuchía (S)	4°01'57"	43°26'23"
9888	s	<i>B. oleracea</i>	Isla Segunda (Conejeras) (S)	4°01'20"	43°27'09"

¹ En el banco de germoplasma de la UPM (ETSIA de Madrid). ² Código de trabajo. ³ Coordenadas tomadas con GPS en el lugar donde se colectaron las poblaciones. (*) Coordenadas tomadas de Google Earth.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Globulinas

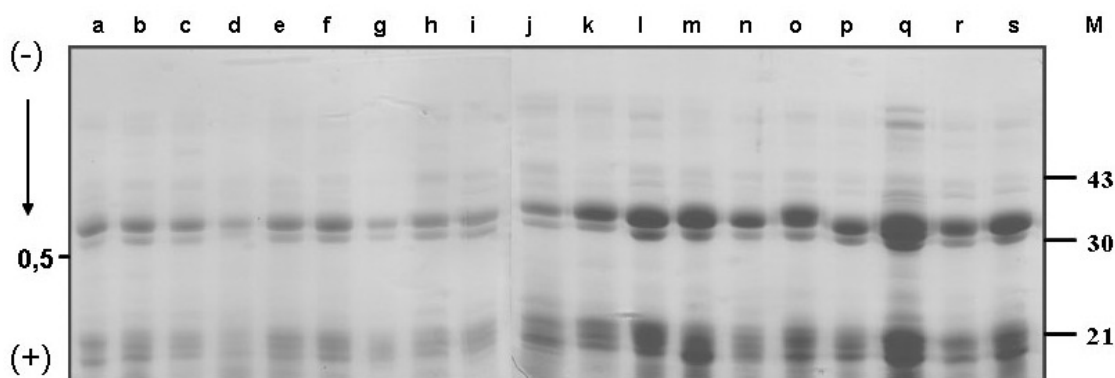
Los patrones electroforéticos de los extractos de proteínas de reserva (globulinas) de las accesiones estudiadas se indican en la Figura 1. Entre dicho tipo de proteínas se incluyen las cruciferinas de *B. napus* (Simon et al., 1985) presentes asimismo en otros miembros de la familia *Cruciferae* (Uchimiya & Wildman, 1978), con pesos moleculares comprendidos entre 34 kD y 20 kD. Como puede observarse son muy notorias las diferencias de intensidad de los patrones entre las muestras correspondientes a *B. montana*, más tenues, que los correspondientes al resto de las especies. Considerando que el método de extracción es el mismo en todos los casos, así como las condiciones electroforéticas, la mayor intensidad de las muestras de *B. oleracea*, *B. incana* *B. villosa*,



B. hilarionis y *B. cretica* en sus patrones de globulinas podría deberse a un distinto contenido intrínseco de polipéptidos en las mismas ya que el tamaño de las semillas de este último grupo de especies es considerablemente mayor que las de *B. montana*.

Se detectaron hasta 14 bandas distintas que dieron lugar a un cierto nivel de polimorfismo que permite diferenciar las accesiones a nivel interespecífico, siendo bastante homogéneos los patrones de las accesiones de una misma especie. Esta escasa variabilidad intraespecífica resulta lógica puesto que se trata de una técnica basada en el análisis de caracteres (las cruciferinas) evolutivamente muy conservados.

Figura 1 Patrones de globulinas de las muestras estudiadas.



Para abreviaturas ver Tabla 1

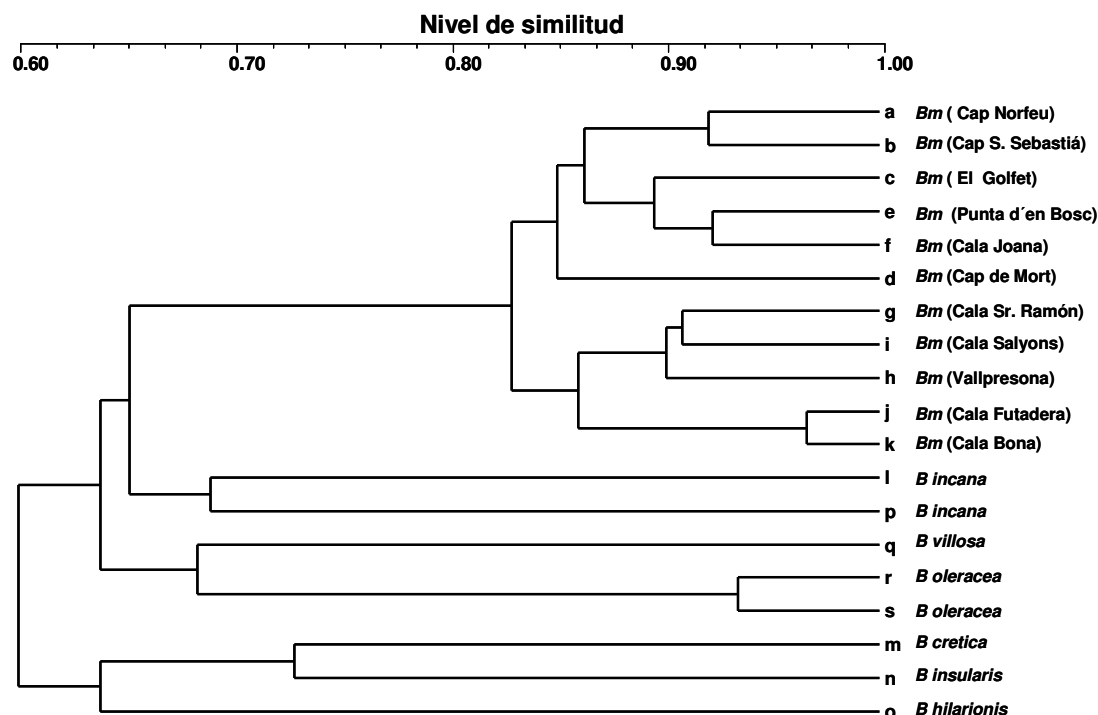
Isoenzimas

Se estudiaron los sistemas enzimáticos CO, MDH y SOD, EST, ACP y AAT, sin embargo únicamente EST, ACP; MDH y SOD dieron patrones lo suficientemente consistentes y repetitivos de modo que solo éstos fueron utilizados para elaborar las matrices de datos. Se detectó cierta heterogeneidad en la intensidad de tinción de las muestras que puede ser debido a la diversidad genética existente entre ellas pues se observó este comportamiento en todas las repeticiones. Los cuatro sistemas enzimáticos analizados dieron lugar a 122 bandas distintas en el total de las muestras, que fueron consideradas desde un punto de vista cualitativo en la matriz de datos analizada y codificadas como 1 (presencia) ó 0 (ausencia). El dendrograma obtenido por el método UPGMA utilizando el coeficiente de asociación de Dice se muestra en la Figura 2, en la que se puede observar que las poblaciones correspondientes a una misma especie aparecen agrupadas entre sí. El agrupamiento mayor lo presentan todas las poblaciones de *B. montana* que aparecen claramente separadas del resto de especies. Con excepción de la población *d* (Cap de Mort), la situación de estas accesiones en el dendrograma es plenamente coincidente con la distribución geográfica N-S de *B. montana* a lo largo de la costa de Gerona, presentando el más alto valor de similitud (0,96) las accesiones de Cala Futadera y Cala Bona, que son las dos poblaciones más al sur y se encuentran en calas colindantes que están separadas únicamente unos pocos cientos de metros.

Aunque todas las especies estudiadas son un grupo taxonómico muy afín, a este grupo mayoritario de *B. montana* se unen las dos accesiones de *B. incana* (entre sí con una similitud de 0,69). Tratándose de la misma especie, puede parecer sorprendente la distancia entre estas dos poblaciones; sin embargo esto puede ser explicado si se tiene en cuenta que ambas muestras tienen diferente procedencia geográfica (Tabla 1). A las dos muestras de *B. oleracea* (unidas a 0,93) se les une *B. villosa* con una similitud de 0,68. El último cluster está constituido por *B. cretica*, *B. insularis* unidas a *B. hilarionis* que resulta la más alejada del conjunto. Estas tres especies tienen en común el ser insulares, a diferencia del resto que son continentales.



Figura 2. Dendrograma de agrupamiento de las muestras estudiadas de *B. montana* y especies afines de n=9. Se aplicó el coeficiente de asociación de Dice y el método de agrupamiento UPGMA



CONCLUSIONES

Existe una homogeneidad genética demostrada por las crucíferas, que son marcadores evolutivamente muy conservados. Estos resultados concuerdan con la taxonomía ya que todas las especies estudiadas en este trabajo pertenecen a la Sección *Brassica* dentro del subgénero *Brassica* del género.

Dentro de los sistemas enzimáticos analizados, los que han demostrado mayor utilidad han resultado ser EST, ACP; MDH y SOD, que son enzimas poco específicos, y que reflejan modificaciones genéticas evolutivas como consecuencia de adaptaciones a condicionamientos medio ambientales (Gillespie & Langley, 1974).

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a la Fundación Premio Arce que parcialmente ha financiado este trabajo gracias a la ayuda concedida a su autora (LZB).

BIBLIOGRAFÍA

- Gómez-Campo C 1993 En: Talavera S, et al. (eds) Flora Iberica. Real Jardín Botánico-CSIC (Pub.), Madrid. vol. 4, pp 362-384.
- Gómez-Campo, C., et al. 2008. Eucarpia Cruciferae Newsletter, 27, 32-34.
- Guillespie, J.H., Langley CH 1974. Genetics. 76:77-96.
- Rohlf, F.J. 2005. NTSYS-PC: Version 2.2, Exeter Software, New York.
- Sánchez-Yélamo, M.D. 1992. Biochemical Systematics and Ecology, 20, 631-637.
- Simon, A.E., Tenbarger, K.M., Scofield, S.R., Finkelstein, R.R., Crouch, M.L 1985. Plant Mol. Biol., 5:191-201
- Uchimiya, H, Wildman, S.G. 1978. Jour. Hered., 69: 229-303.
- Vallejos, C.E. 1983. En: Isozymes in Plant Genetics and Breeding, part A. Tanksley, S.D. Orton, T.J. (ed.) Elsevier, Amsterdam, pp. 469-516.
- Vázquez, J.F., Sánchez-Yélamo M.D., Carrillo J.M. 2000. En: Los marcadores genéticos en la mejora vegetal. Nuez F. y Carrillo J.M. (eds.). Eds. UPV, pp. 23-89.



EL GUARANÁ: UN FRUTO BRASILEÑO DE INTERÉS AGROALIMENTARIO

Blotnik, Isabel

Departamento de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal. E.T.S.I. Agrónomos
Universidad Politécnica de Madrid.

Correo electrónico: i.blotnik@alumnos.upm.es

RESUMEN

El guaraná: *Paullinia cupana* Kunth, es una planta de la familia *Sapindaceae* originaria de la Amazonía brasileña, que es consumida desde la antigüedad por los indios nativos debido a sus interesantes virtudes, y que tiene una gran importancia socio-económica en Brasil.

Descubierta por los europeos en el siglo XVIII ha pasado desapercibida fuera de Brasil y países limítrofes, a pesar de ser la planta conocida con mayor contenido en cafeína, y presentar propiedades diuréticas, inhibidoras del apetito, antioxidantes, estimulantes y estomacales, entre otras aplicaciones.

A principios del siglo XX comenzó a industrializarse como bebida energética en Brasil, y en los últimos 50 años se ha incrementado su uso en diversas industrias: cosmética, farmacéutica, medicinal y alimentaria principalmente.

Palabras clave: guaraná, *Paullinia cupana*, industria agroalimentaria

INTRODUCCIÓN

En la asignatura de Plantas de Interés Agroalimentario, que se cursa como asignatura de libre elección en la ETSIA, los alumnos debemos elegir una especie vegetal, y preparar un trabajo en el que describimos su origen y distribución mundial, sus características botánicas, y sus usos y aplicaciones, para exponerlo en clase a los otros compañeros. Además esta presentación, incorporada a “Moodle” entra a formar parte del examen final de la asignatura.

Hemos elegido el guaraná, por la gran sorpresa que causó su descubrimiento durante un viaje a Brasil hace unos años. Allí probamos un refresco a base de guaraná muy apreciado entre los brasileños, pero casi desconocido en otros países, y que en Brasil tenía tanto éxito que una importante y conocida empresa de refrescos había tenido que bajar los precios de algunos de sus productos para poder competir. En la actualidad, esta empresa ya es propietaria de algunas embotelladoras de refrescos a base de guaraná.

El objetivo de esta presentación es dar a conocer el guaraná, su origen y características botánicas, su composición nutricional, su producción, sus propiedades, usos y aplicaciones en la industria agroalimentaria.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA, ORIGEN E HISTORIA DEL GUARANÁ:

Paullinia cupana Kunth, variedad *sorbilis*, pertenece a la familia *Sapindaceae*, orden Sapindales, clase Magnoliopsida, división Magnoliophyta.

El origen del guaraná se sitúa en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco. Esta planta ya era conocida desde hace siglos por los indios Saterê Mawé, que la consumían cuando necesitaban grandes aportes energéticos para ejecutar trabajos físicos exhaustivos. Fue conocida por los europeos en el siglo XVIII, y descrita alrededor del año 1700 por el botánico alemán F.C. Paullini, que dió su nombre al género. Las primeras informaciones sobre el guaraná que llegan a Europa vienen de misioneros y expedicionarios europeos que recorrían el centro de Brasil.



El guaraná es un arbusto trepador que puede llegar hasta los 4m de altura en su zona de origen. Tiene un sistema radicular superficial, hojas alternas con cinco folíolos y flores amarillas agrupadas en panículas. Los frutos se encuentran dispuestos en racimos. Son cápsulas con 3 lóculos, con 2 o 3 semillas por cápsula, recubiertas por una espesa película blanca, el arilo. Los frutos maduros tienen un color amarillo-rojo y se abren ligeramente con la exposición parcial de las semillas negras.

Imagen 1. Flores y frutos del guaraná



El guaraná es una planta muy exigente para su cultivo, y requiere unas determinados condicionantes edafo-climáticos, de tal forma que sólo se puede cultivar en determinadas áreas donde las condiciones ambientales se asemejan a las de su zona de origen: humedad relativa de aproximadamente 80%, temperaturas constantes entre 23° C-27° C (temperatura mínima tolerada: 12° C), precipitaciones entre 1500-3000 mm y regularmente repartidas durante todo el año, con un período seco definido para la floración de la planta, y protegida de los vientos fríos. Necesita suelos profundos, bien drenados, y no pedregosos. Crece en suelos pobres, de pH muy ácido (3,5 - 4,5) y con una gran concentración en aluminio.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Brasil es el único productor (en términos comerciales) y exportador mundial.

El 70% de la producción proviene de plantas híbridas, cuya productividad es 20 veces superior a la de las plantas silvestres. Estos híbridos son menos ricos en cafeína que el guaraná natural, por lo que se emplean principalmente para la producción de bebidas energéticas de guaraná.

El 30% restante se obtiene exclusivamente de plantas naturales. El guaraná recolectado así presenta una composición más concentrada de sus principales componentes nutricionales, es más rico en cafeína, y es utilizado como complemento en la industria alimentaria (sirope, bastones, polvo, extracto...) y por los laboratorios farmacéuticos y homeopáticos.

Casi toda la producción de guaraná es consumida en el mercado interior, siendo muy pequeña la cantidad exportada a otros países. La producción nacional ya no es suficiente para la demanda nacional e internacional. En la tabla 1 se indica su producción y extensión en los últimos años en Brasil.

**Tabla 1. Guaraná: producción, área recogida y rendimiento medio (Brasil)**

Año	Brasil		
	Producción (t)	Área recogida (ha)	Rendimiento medio (kg/ha)
1990	1.679	10.754	156
1991	2.179	7.086	308
1992	2.349	6.705	350
1993	1.792	7.678	233
1994	2.674	7.688	348
1995	2.390	8.012	298
1996	2.995	9.902	302
1997	2.728	9.529	286
1998	3.643	10.454	348
1999	5.441	14.082	386
2000	4.274	12.013	356
2001	3.935	11.668	337
2002	4.032	12.187	331
2003	3.744	12.529	299
2004	3.844	13.015	295
2005 ¹	2.731	12.948	211

Nota: ¹ Estimativa

Fuente: IBGE-Produção Agrícola Municipal (PAM- 1990 a 2004) e Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA- julho/2006)

Elaboração: Secretaria de Política Agrícola-MAPA.

COMPOSICIÓN:

El guaraná es la planta conocida con los frutos de más alto contenido en cafeína del mundo.

Recordemos que en el fruto del café el contenido es de 1 a 2 g por cada 100g de producto y en el fruto del guaraná es de 4,5 g por cada 100g.

En la tabla 2 se pueden observar los principales componentes de la semilla del guaraná.

Nota: la teofilina tiene un efecto bronco-dilatador cuando es ingerida por vía bucal.

Tabla 2. Composición nutricional de la semilla de guaraná

	Principales componentes (en g por 100g por semillas)		Oligoelementos (en mg por 100 g de semilla)
Cafeína	4,5	Potasio	447
Teobromina	0,4	Fósforo	383
Teofilina	0,25	Titano	250
Taninos	9	Sílice	91
Saponinas	0,005	Magnesio	77
Pectinas	0,006	Calcio	34
		Sodio	3
		Manganeso	2,6
		Hierro	2,4
		Zinc	2
		Boro	2
		Estroncio	1,8

Vitaminas presentes: A, E, B1, B3, y PP

PROPIEDADES Y USOS:

Las principales propiedades que presenta el guaraná son:



- Estimulante del sistema nervioso central, debido a su contenido en cafeína. Aumenta la atención y contribuye a luchar contra la somnolencia y el adormecimiento.
- Acción tónica cardiovascular. Acción diurética, debido a su contenido en teobromina, y acción antipirética. Leves efectos afrodisiacos.
- Combate las diarreas y jaquecas. Actividad antioxidante.
- Inhibidor del apetito. Reduce las fermentaciones estomacales.
- Posible prevención de ciertos tipos de cánceres.

Los principales usos y aplicaciones son:

- Bebida favorita de los indios de las cuencas del Amazonas, que dejan fermentar las semillas en agua.
- Elaboración de refrescos, bebidas, zumos, y componente de bebidas energéticas: éste es el uso más común del guaraná. Las grandes empresas mundiales de refrescos ya han comprado algunas empresas brasileñas de refrescos de guaraná. Actualmente, se importan estos refrescos a Europa por los emigrantes de la comunidad sudamericana, y en Estados Unidos se están realizando estudios de mercado para la elaboración de un nuevo refresco con nombre propio.
- Complemento alimenticio: guaraná en polvo o guaraná en bastón. Bastante consumido en Brasil y países limítrofes (antiguamente por mineros, actualmente es frecuente encontrar puestos callejeros en numerosas ciudades brasileñas) pero probablemente con poco futuro en Europa, debido a su aspecto y consistencia poco apetecible (textura similar al barro) en líquidos y bebidas, y por su sabor casi nulo.
- Muchas aplicaciones en la industria farmacéutica y medicinal.
- Industria cosmética: probablemente sea en este campo donde más futuro puede tener en Europa. Varias líneas de cosméticos ya venden productos a base de guaraná en Europa: gel de ducha, productos capilares, aguas tonificantes, productos adelgazantes.

CONCLUSIONES

Los frutos del guaraná se utilizan en Brasil como potente estimulante desde hace varios siglos. Su desarrollo y su consumo como estimulante se ha centrado en general al área sudamericana (aunque con gran importancia), en parte por tener un rival comercial con más sabor y muchísima mayor difusión mundial (el café) y también por ser una planta bastante exigente en su cultivo, lo que dificulta su producción y rendimiento.

Pero desde hace algunos años, gracias a recientes investigaciones científicas y al descubrimiento y desarrollo de novedosas aplicaciones y usos de esta planta, la industria del guaraná tiene un gran futuro.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis compañeros de clase por haber compartido sus conocimientos sobre plantas tan interesantes y curiosas.

BIBLIOGRAFÍA

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2009. (www.embrapa.br)
Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2009 (www.agricultura.gov.br)
(www.agricultura.gov.br/pls/portal/url/ITEM/2132237B90A5852EE040A8C075024CF3)
The Guaraná Home Page (www.cpaa.embrapa.br/portfolio/sistemadeproducao/guarana/docs/indexbr.html)
Insituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009 (www.ibge.gov.br)
Correa M.P, 1926-1975. Dicionario das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas, vol.6., pp 545-555.
Victor Manuel Patino, 1963, Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial, Tomo III.
CIRAD-GRET, Ministère des Affaires Etrangères, Mémento de l'agronome, 2002, Editions Quae)
Nutrition and Health Info Sheet, Energy drinks (Department of Nutrition, University of California, Davis, April 2007) .

SESIÓN C4



GERMINACIÓN DE SEMILLAS PRATENSES REGADAS CON AGUA RESIDUAL Y AGUA DESTILADA

Prieto, Ana

Departamento de Física Aplicada a la Ingeniería Agroforestal. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid
Correo electrónico: anaprieto@alumnos.upm.es

RESUMEN

La utilización de aguas depuradas o regeneradas para el riego de zonas verdes en áreas recreativas es una práctica habitual. El Real Decreto 1620/2007 establece el régimen jurídico para su reutilización.

En este trabajo se analiza la germinación de cuatro tipos de semillas pratenses (*Agrostis tenuis*, *Poa pratensis*, *Festuca arundinacea* y *Lolium multiflorum*) regadas con Agua Destilada (AD) y Agua Residual (AR) en condiciones de laboratorio, a temperatura ambiente y a temperatura constante en cámara de refrigeración a 25°C. Se evalúa la velocidad de germinación a través de los parámetros: tiempo medio de germinación (TMG), T_1 - T_{90} (tiempo necesario en alcanzar el 1, 10, 25, 50, 75 y 90% de germinación) así como la germinación máxima de cada una de las semillas. Dichos parámetros y las curvas de germinación son proporcionados por el software SeedCalculator. Se han obtenido resultados significativos que evalúan positivamente el uso de Agua Residual (AR) en dichas semillas.

Palabras clave: semillas pratenses, parámetros de germinación, TGM (tiempo medio de germinación), agua residual

INTRODUCCIÓN

La utilización de aguas depuradas o regeneradas para el riego de zonas verdes en áreas recreativas es una práctica habitual. El Real Decreto 1620/2007 establece el régimen jurídico para su reutilización.

Con el objetivo de evaluar la influencia del riego con agua residual (agua depurada procedente de depuradora) se han realizado ensayos de germinación (sobre papel de filtro en vasos germinadores) en condiciones de laboratorio, en el departamento de Física y Mecánica de la Ingeniería Agroforestal. Uno de ellos se realizó a temperatura ambiente de 20°C \pm 2°C entre las fechas de octubre 2008 y diciembre 2008, el otro ensayo realizado a temperatura constante de 25°C en cámara de germinación en el periodo de diciembre 2008 a marzo 2009.

MATERIAL Y MÉTODOS

El agua que se utilizó durante la realización de los diferentes ensayos fue de dos tipos: Agua Residual (AR) y Agua Destilada (AD). El agua residual procede de la depuradora del término municipal de Arenas de San Pedro (Ávila), cedida por la empresa Acquagest. Las semillas elegidas se han regado con diferentes volúmenes de Agua Residual (AR) y Agua Destilada (AD) según el ensayo a realizar. El agua destilada se usó como control y la residual como problema.

En cada ensayo se utilizaron 200 semillas irrigadas con agua residual y 200 con agua destilada, distribuidas en cuatro vasos germinadores con 50 semillas en cada uno distribuidas de manera aleatoria, es decir 400 semillas en total.



Los vasos germinadores utilizados son de forma cilíndrica de 9 cm. de altura y diámetro interior de 6.5 cm. Disponen de una tapa de forma cónica con un pequeño orificio en su parte superior que permite la aireación de las semillas que se encuentran en el interior. Durante la realización del ensayo los vasos germinadores permanecen cerrados con el fin de evitar posibles pérdidas de agua por evaporación.

Los germinadores poseen también una placa del mismo material, que queda encajada en el borde del vaso y sobre la que se coloca un disco de papel de filtro que va a ser el posterior sustrato en el que se colocan las semillas del ensayo. La placa tiene dos hendiduras semicirculares en su centro que permiten entrelazar a ellas una banda de papel de filtro cuya longitud llega hasta el fondo del vaso y permite así mantener húmedo el disco de papel germinador debido al ascenso de agua por capilaridad

El volumen de agua que se utilizó para regar dichas semillas fue de 90 ml. En el interior del vaso y de 10ml. de manera directa sobre el papel de filtro donde posteriormente colocaríamos las semillas de forma aleatoria hasta un número de 50 por cada vaso de germinación.

En el ensayo realizado a temperatura ambiente, los vasos se colocaron encima de una mesa sin que la luz natural incidiera de forma directa. En el caso del segundo ensayo, que se realizó a temperatura constante de 25°C en cámara de germinación, los vasos de germinación se dispusieron de manera aleatoria sobre una bandeja en el interior de la cámara.

Una vez que empezaron a germinar las semillas, se fueron realizando conteos de las semillas germinadas con una frecuencia aproximada de 8h. Durante el transcurso del ensayo no se necesitó humedecer el papel de filtro sobre el que se encontraban las semillas, pues se mantuvieron suficientemente húmedos (gracias al ascenso del agua por capilaridad).

Para evaluar la velocidad de germinación se han utilizado los siguientes parámetros:

- $G_{\text{máx}}$: Porcentaje de semillas germinadas.
- N: Número total de semillas utilizadas en cada ensayo.
- MTG: Tiempo medio de germinación.
- $T_1, T_{10}, T_{25}, T_{50}, T_{75}, T_{90}$: tiempo necesario para que germine el 1, 10, 25, 50, 75 y 90% del número de semillas utilizadas para cada tratamiento (N) respectivamente.



RESULTADOS

Una vez concluidos todos los ensayos, se procedió al análisis estadístico a través del software SeedCalculator, este programa proporciona las curvas de germinación media (de las cuatro semillas) para cada tipo de agua.

Una vez analizados dichos datos podemos concluir que las semillas que han sido regadas con Agua residual (AR) presentan valores medios de los parámetros de germinación ($T_1, T_{10}, T_{25}, T_{50}, T_{75}, T_{90}$ y MTG) inferiores a los valores correspondientes a



las semillas irrigadas con Agua Destilada, siendo las diferencias con dichos valores más acusadas para las semillas del ensayo que se realizó a temperatura ambiente.

Se observan diferencias significativas en las semillas de *Agrostis tenuis* en el parámetro T_{50} , T_{75} y MTG; en las semillas de *Poa pratensis* en los parámetros de T_{25} , T_{50} , T_{75} y MTG; en las semillas de *Festuca arundinacea* en los parámetros T_{25} , T_{50} y MTG y por último en la semillas de *Lolium multiflorum* diferencias significativas en los parámetros de T_{50} , T_{75} , T_{90} , MTG.

El valor de $G_{m\acute{a}x}$ se refleja en las siguientes gráficas a continuación, dando como muestra una mayor germinación en aquellas semillas que fueron irrigadas con Agua Residual que en aquellas que fueron irrigadas con Agua Destilada.

Como síntesis de dichos ensayos, se observa que en todas las semillas que fueron irrigadas con Agua Residual, se produce una disminución, respecto de las semillas control (irrigadas con Agua Destilada) de los tiempos necesarios para alcanzar un determinado porcentaje de germinación. La velocidad de germinación de las semillas de las cuatro especies seleccionadas irrigadas con Agua Residual, es por tanto, mayor que las de las semillas que fueron regadas con Agua Destilada; siendo más significativas estas diferencias en los tratamientos T_{50} y T_{75} .

En las siguientes gráficas se presentan los porcentajes de germinación de las semillas de cada ensayo y la comparativa entre las diferentes tipos de aguas.

Figura 1. Germinación de semillas a temperatura ambiente

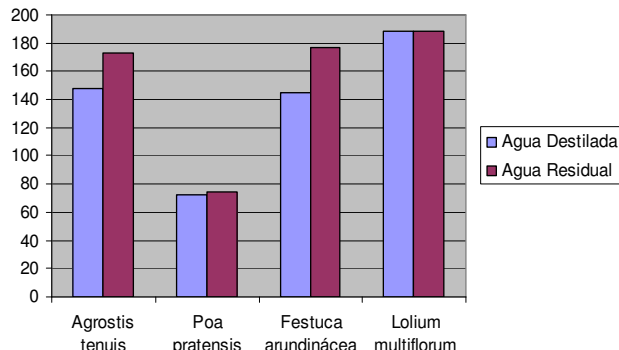
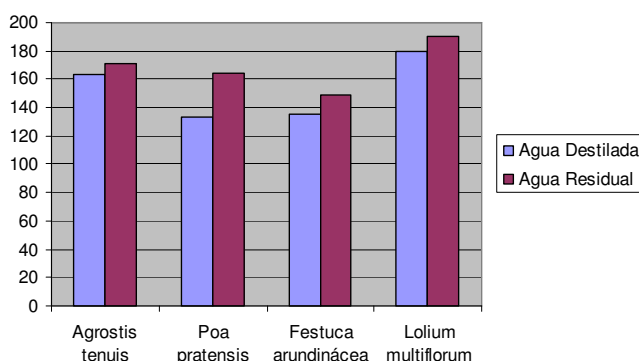


Figura 2. Germinación de semillas a temperatura constante de 25°C en cámara de germinación





La germinación de las cuatro especies de semillas se ve siempre favorecida cuando son irrigadas con Agua Residual (AR), especialmente significativa en las especies de *Agrostis tenuis* y *Festuca arundinacea* a temperatura ambiente y de *Poa pratensis* y *Lolium multiflorum* a temperatura constante en cámara de germinación a 25°C.

CONCLUSIONES

Se constata a través de los ensayos realizados que el uso de Aguas residuales regeneradas para el riego de ciertas especies de semillas pratenses no sólo no es perjudicial para la semilla y su crecimiento si no que todo lo contrario, potencia la capacidad de germinación de las mismas e incluso el desarrollo de la plántula. Destacando también que el agua residual hace aportación de una demanda bioquímica y de fertilización por parte de la semilla.

Asi mismo, el número de semillas germinadas con Agua Residual es superior en todos los ensayos realizados con los cuatro tipos de semillas seleccionadas (*Agrostis tenuis*, *Poa pratensis*, *Festuca arundinacea* y *Lolium multiflorum*), de manera más destacada y significativa en los ensayos realizados a temperatura ambiente que en los llevados a cabo a una temperatura constante en cámara de germinación a 25°C.

AGRADECIMIENTOS

Muy atentamente a M^ª Victoria Carbonell Padrino (Doctora Ingeniero Agrónomo), Mercedes Florez García (Doctora Ingeniero Agrónomo), Elvira Martínez Ramírez (Doctora en Ciencias Químicas).

BIBLIOGRAFÍA

Castañón Lión, Guillermo. Tecno- Ambiente. 2007.

Florez, Mercedes. Tesis Doctoral: Efecto de los campos magnéticos estacionarios de 125 y 250 mT en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas. 2004.

Real Decreto 1620/2007 sobre el uso de Aguas regeneradas.



METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE CULTIVOS

González, César

Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid
Correo electrónico: cesar.gonzalez@upm.es

RESUMEN

El deterioro del medio ambiente produce pérdida de fertilidad del suelo, que implica una menor productividad a la vez que menores beneficios y todo ello repercute en una mayor vulnerabilidad y subnutrición de la población. Con la intención de romper este ciclo de pobreza y deterioro ambiental se ha intentado establecer una metodología que, mediante una serie de indicadores, nos permita estudiar de forma conjunta y concreta la sostenibilidad en los diferentes sistemas agrarios de países en desarrollo.

Los criterios que forman la metodología propuesta incluyen: criterios socio-económicos, con indicadores poblacionales y económicos (edad media de los agricultores, dedicación e ingresos); criterios agroecológicos, con indicadores de producción y sistemas agrarios (rendimiento y eficiencias en el uso de agua y nitrógeno); criterios ambientales, con indicadores de contaminación y biodiversidad (de erosión edáfica, contaminación por nitratos y cobertura forestal). Cada criterio se puntuó en una escala de 0 a 5.

Se aplicó esta metodología a 126 agricultores de Jinotega, Nicaragua, donde se observó que los bajos rendimientos productivos y rentabilidad generaban unos ingresos que hacían insostenible el criterio socio-económico (2,11). Pese a observar valores insostenibles de biodiversidad (1,11), el criterio ambiental sí resultó sostenible (2,59). Asimismo, pese a los bajos rendimientos, el criterio agroecológico resultó sostenible (2,46) gracias a los valores de eficiencia de riego (3,11) y nitrógeno (2,69).

Debido a su sencillez la metodología posee una gran adaptabilidad a otros sistemas de cultivo.

Palabras clave: desarrollo, trópico seco, medio ambiente

INTRODUCCION

Entre los Objetivos de Desarrollo del Milenio se planteó “erradicar la pobreza extrema y el hambre” (nº1) y “garantizar la sostenibilidad del medio ambiente” (nº7). Dado el papel prioritario de la agricultura en los países en desarrollo y los problemas derivados de la necesidad de contar con energía, la deforestación se ve como un mal menor a la hora de extender la frontera agrícola e incrementar las producciones u obtener leña. Sin embargo esta visión no tiene en cuenta los problemas derivados del cambio de uso del suelo, generalmente forestal a agrícola o ganadero.

El vínculo más evidente es que un deterioro del medio ambiente produce una pérdida de fertilidad del suelo, lo que implica pérdida de productividad, tanto agrícola como ganadera, y menores beneficios, lo que conlleva mayor vulnerabilidad y subnutrición. Así pues, los programas de reactivación productiva agropecuaria deben tener en cuenta el impacto sobre el medio ambiente y minimizar los aspectos negativos que se derivan.

MATERIAL Y MÉTODOS

Siguiendo el esquema general de cualquier metodología (criterios-indicadores-evaluación-puesta en práctica) y según las investigaciones de Lewandowski (1999), Labrador (2001) y Sarandón (2002), se establecen los criterios socio-económico, agroecológico y ambiental como los más importantes a la hora de estudiar la sostenibilidad de los sistemas de cultivo.

Los criterios se plasman concretamente en 14 indicadores que de forma sencilla pretenden medir el grado de sostenibilidad de cada uno de los criterios y de los sistemas



de cultivo en general (Tabla 1). Para cada uno de ellos se establecen un valor a partir del cual se puede considerar sostenible y un valor óptimo que en la mayoría de los casos corresponde al valor máximo.

Tabla 1. Resumen de criterio, indicadores y valores aceptables.

Objetivo/ Criterio	Indicador	Unidades	Valor aceptable
Sostenibilidad socio- económica (CSE)	Ingresos (I)	\$	> 2 \$/día
	Eficiencia en el Uso de la Mano de Obra (EUMO)	kg/ha/horas	Indicador relativo
	Número de empresarios (NE)	%	75%
	Edad Media de los Empresarios (EME)	años	45 años
Sostenibilidad agroecológica (CAG)	Rendimiento (R)	kg/ha	R Nicaragua
	Eficiencia del Riego (ER)	%	50%
	Eficiencia en el Uso del Agua (EUA)	kg/ha/mm	Indicador relativo
	Eficiencia en el Uso del Fertilizante Nitrogenado (EUFN)	kg prod/kgN	Según cultivo
Sostenibilidad ambiental (CAM)	Cobertura Forestal (CF)	%	40%
	Diversidad de Fauna (DF)	-	Abundante
	Grado de Erosión del Suelo (GES)	-	Erosión leve
	Contenido de Materia Orgánica en el suelo (CMO)	%	Según pH y textura
	Contaminación por Nitratos (CN)	ppm	< 200 ppm
	Cantidad de Fitosanitarios (CA)	%	Según fabricante

Para poder comparar diferentes indicadores, con diferentes unidades de medida, se normalizan todos los datos en una escala de 0 a 5 correspondiendo con los valores mínimo y óptimo, respectivamente. El valor umbral varía en función del indicador, de tal manera que por ejemplo, unos ingresos de 2 \$/día (valor que marca el umbral de la pobreza) se considera un valor umbral que corresponde con el valor normalizado de 2, pero a la hora de medir la eficiencia en el uso del fertilizante nitrogenado, el valor umbral están en el 2,5 y corresponde a las recomendaciones de los organismos públicos.

Por último, para saber cuál es el nivel de cada uno de los criterios se establecen unas fórmulas para medir cada uno de ellos y poder observar cuáles son más sostenibles:

$$CAM = \frac{(CF + DF)/2 + (CMO + GES + CN)/3 + CA}{3}$$

$$CSE = \frac{2 \times ((2 \times I + NE)/3) + EME + EUMO}{4} \quad CAG = \frac{R + (ER + EUA)/2 + EUFN}{3}$$

Una vez establecida la metodología se implementa una práctica de manejo con 55 agricultores en una microcuenca del Río Viejo a su paso por el municipio de La Concordia, Departamento de Jinotega, Nicaragua. Esta microcuenca tiene una extensión de 122 Km² y cuenta con dos zonas claramente diferenciadas: la cuenca alta, zona de montaña con precipitaciones anuales en torno a los 1.800 mm y sin período canicular que permiten el cultivo de café y papa y otra zona, de llano, la cuenca baja, con precipitaciones anuales de aproximadamente 900 mm y temperaturas más cálidas con una canícula muy marcada en verano que son aptas para el cultivo del tomate y el pimiento.

Los datos obtenidos de la práctica se llevan a unos diagramas de sostenibilidad para estudiar de forma gráfica los valores. Este análisis permite observar cuáles son los valores no sostenibles para poder establecer las causas y proponer soluciones.



Adicionalmente se realiza un análisis cluster de los valores recogidos por la metodología para poder establecer qué indicadores están dando información redundante y así poder sustituirlos por otros que den otro tipo de información o suprimirlos para hacer la metodología más ágil.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos, una vez llevados sobre los diagramas de sostenibilidad (Figura 1) permiten observar cómo los sistemas de cultivo son socio-económicamente insostenibles pero agroecológica y ambientalmente sostenibles (pese a estar lejos del óptimo).

Figura 1. Diagramas de sostenibilidad por zonas y en el total de la cuenca.

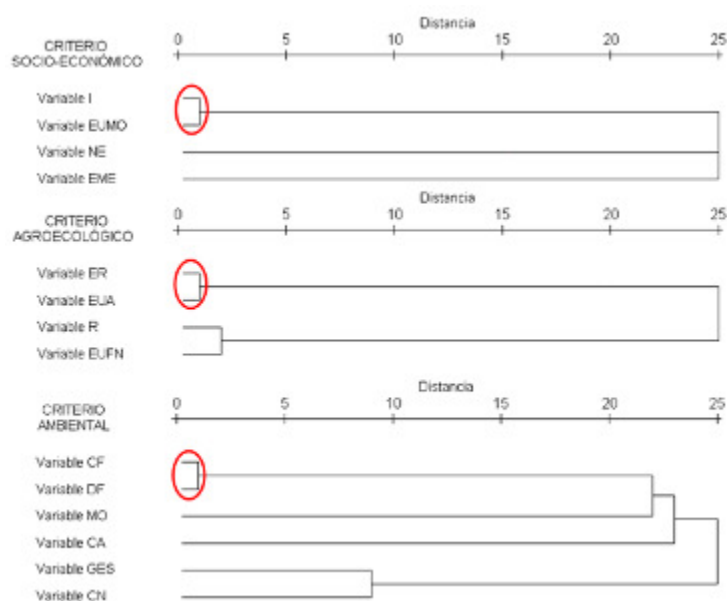


La insostenibilidad del criterio socio-económico deriva de los bajos ingresos que generan los rendimientos malos debido a prácticas agrícolas inadecuadas y a la baja rentabilidad de los cultivos debida a los precios bajos que perciben como consecuencia de no poder almacenar la producción y tener que venderla a intermediarios a pie de parcela.

Los valores de sostenibilidad agroecológica están determinados por las buenas condiciones climáticas para el cultivo, pero los rendimientos bajan debido a malas prácticas agrícolas como cultivo en pendientes excesivas, falta de medidas higiénicas preventivas que propician la infección de los cultivos y malas rotaciones agrícolas.

El criterio ambiental presenta valores elevados debido a los indicadores edáficos gracias al hecho de la roturación de tierras forestales pero valores de biodiversidad no aceptables consecuencia también de esta roturación que implica pérdida de especies de flora y fauna. Si esta situación no se corrige, al cabo de los años puede derivar en un empobrecimiento del suelo y unos valores de biodiversidad negativos, arrastrando todo el criterio por debajo del umbral aceptable.

El análisis cluster revela que existen indicadores que proporcionan información muy similar, especialmente los referentes a eficiencia de riego (ER) y eficiencia en el uso del agua (EUA) además de los dos referidos a la biodiversidad (Figura 2). Si estos resultados se repiten a la hora de llevar las prácticas de manejo a otros lugares se debería sustituir por otros o eliminarlos.

**Figura 2. Diagramas de sostenibilidad por zonas y en el total de la cuenca.**

CONCLUSIONES

La metodología presenta valores otorga más peso al criterio económico que otras metodologías por considerarlo el indicador más determinante en cualquier actividad productiva.

El hecho de no requerir grandes análisis ni instrumentalización permite una gran adaptabilidad de la metodología a diferentes sistemas de cultivo. Sin embargo, tal como revela el análisis cluster, se pueden introducir mejoras que doten a la metodología de una mayor agilidad o de una visión más amplia.

A este respecto, se puede estudiar la sustitución del indicador EUA por otro del tipo Eficiencia en el Uso del Fertilizante Fosforado, ya que por la acidez de los suelos tropicales pueden presentarse dificultades de absorción por parte de las plantas.

AGRADECIMIENTOS

A la gente de ISF-ApD por su apoyo a la hora de realizar el proyecto; a AgSystems por la oportunidad de realizar el proyecto; y sobre todo a los jinoteganos por su acogida.

BIBLIOGRAFÍA

Labrador, J. 2001. La Materia Orgánica en los Agroecosistemas. Mundi-Prensa, 293 pp. Madrid, España.
Lewandowski, I., Härdtlein, M. and Kaltschmitt, M. 1999. Sustainable Crop Production: Definition and Methodological Approach for Assessing and Implementing Sustainability. Crop Science 39: 184 – 193 USA.
Sarandón, SJ. 2002. Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable. Cap. 20: 393 – 414. Ediciones Científicas Americanas, La Plata. Argentina.



INFLUENCIA DEL NÚMERO DE PARTO DE LA CERDA SOBRE LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS DE LOS LECHONES DESPUÉS DEL DESTETE

Cámara, Lourdes

Departamento de Producción Animal. E.TS.I.A. Universidad Politécnica de Madrid
Correo electrónico: lourdes_camara@hotmail.com

RESUMEN

Se llevaron a cabo dos ensayos para estudiar la influencia del ciclo reproductivo de la madre (primerizas vs. multíparas en el 3 y 4º ciclo) sobre los rendimientos productivos de los lechones de 28 a 67 y de 28 a 82 días de edad para los ensayos 1 y 2, respectivamente. Para ello se utilizaron un total de 464 lechones cruce de madre Landrace x (Duroc x Large White) y padre Duroc. Cada tratamiento se replicó 4 veces (29 cerdos) en cada ensayo. Los lechones procedentes de las madres primerizas pesaron menos al inicio de ambos ensayos (7,2 vs. 8,3 kg PV y 7,6 vs. 8,9 kg PV en los ensayos 1 y 2, respectivamente) que los lechones procedentes de las madres multíparas, aunque las diferencias no fueron significativas. De 28 a 41 días de edad, los lechones de las madres primerizas fueron más eficientes que los lechones de las madres multíparas sin que se detectaran diferencias para el crecimiento o el consumo. De 62 a 67 días de edad, la mortalidad fue mayor en los lechones de las madres primerizas que en los lechones de las madres multíparas (6,19 vs. 0,00; $P < 0,05$). Sin embargo, en el ensayo 2 no se detectaron diferencias para los índices productivos ni para la mortalidad en ninguno de los periodos considerados.

Palabras clave: Número de parto, productividad, lechón

INTRODUCCION

En general, las cerdas multíparas presentan mejores rendimientos reproductivos que las cerdas primerizas debido a su mayor fertilidad, prolificidad y tasa de fecundación (Dial *et al.*, 1992). Además, su descendencia presenta mayores crecimientos y consumos de pienso que la descendencia de las madres primerizas (Piñeiro *et al.*, 2005). A pesar de la importancia práctica que puede tener, la información existente acerca de la influencia del número de parto de la madre sobre los índices productivos de los lechones después del destete es muy escasa. Por ello, el objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia del número de parto de la cerda sobre los índices productivos de los lechones después del destete.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevaron a cabo dos ensayos. En cada uno de los ensayos se utilizaron 232 lechones cruce de hembras Landrace x (Duroc x Large White) y machos Duroc con 28 días de edad al inicio de la prueba. En el ensayo 1, los lechones pesaban al inicio de la prueba $7,8 \pm 1,45$ kg PV. En el ensayo 2, los lechones pesaban $8,1 \pm 1,56$ kg PV al inicio de la prueba. Ambos ensayos se llevaron a cabo en granjas comerciales de precebo. A su llegada a granja, los animales fueron crotalados y pesados individualmente. A continuación, se distribuyeron teniendo en cuenta el ciclo reproductivo de la madre (primerizas vs. multíparas de 3º ó 4º ciclo) en sus respectivos departamentos (29 lechones/departamento). Los departamentos con suelo totalmente emparrillado disponían de un bebedero de chupete y un comedero tipo tolva. Cada tratamiento se replicó 4 veces en cada ensayo. En ambos ensayos, se controlaron cada 7 días los crecimientos mediante pesadas individuales y el consumo y la eficiencia alimenticia por departamento. Asimismo, se controló la mortalidad diariamente.

Los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM de SAS (Statistical Analysis Systems Institute, 1990) para diseños completamente al azar. Para el análisis de la



mortalidad se utilizó el procedimiento Catmod de SAS (Statistical Analysis Systems Institute, 1990) ya que esta variable no se distribuía según una normal. El modelo incluyó el ciclo reproductivo de la madre (primerizas vs. multíparas) como efecto principal. Para los rendimientos productivos se utilizó como covariable el peso al destete. Los datos se presentan como medias corregidas por mínimos cuadrados para los rendimientos productivos y como medias normales para la mortalidad. La unidad experimental fue el departamento para todos los parámetros estudiados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se detectaron diferencias para el PV del lechón al destete en función del número de parto de la madre (Tablas 1 y 2 para los ensayos 1 y 2, respectivamente). Sin embargo, numéricamente los lechones de las madres multíparas pesaron 1,1 y 1,3 kg PV más al destete en los ensayos 1 y 2, respectivamente que los lechones de las madres primerizas. De acuerdo con nuestros resultados, Vesseur *et al.* (1997) observaron diferencias en el PV del lechón al destete a las 4 semanas de edad. La causa por la cual las diferencias no llegaron a ser significativas en nuestros ensayos son desconocidas pero podrían ser debidas al bajo número de réplicas utilizadas. En el ensayo 1, de 28 a 41 d de edad, los lechones de las madres primerizas fueron más eficientes que los lechones de las madres multíparas (1,06 vs. 1,14; $P < 0,01$) sin que se detectaran diferencias para el ritmo de crecimiento o el consumo de pienso. Asimismo, no se detectaron diferencias en los parámetros productivos de los lechones procedentes de las madres primerizas o multíparas en el resto de los periodos considerados ni en el global del ensayo 1. En consecuencia, el PV al final de la prueba no estuvo afectado por el número de parto de la madre. En el ensayo 2, no se detectaron diferencias en los índices productivos en ninguno de los periodos considerados ni al final de la prueba. Sin embargo, Piñeiro *et al.* (2005), observaron que los lechones de las madres multíparas crecían más y consumían más pienso que los lechones de las madres primerizas de 28 a 60 días de edad.

Al final del ensayo 1 (de 28 a 67 d de edad), el número de parto de la madre no influyó sobre la mortalidad de los lechones. Únicamente se observaron diferencias de 62 a 67 d de edad. En este periodo, los lechones de las madres primerizas presentaron mayor mortalidad que los lechones de las madres multíparas (6,19 vs. 0,00; $P < 0,01$). Estos resultados podrían ser debidos a que en este periodo se llevó a cabo la castración de las hembras ya que la mitad de los cerdos eran machos castrados y la otra mitad eran hembras castradas. Los lechones de las madres primerizas tenían menor PV en el momento de la castración que los lechones de las madres multíparas. Por ello, la influencia del estrés ocasionado por la castración podría haber influido en mayor medida sobre los lechones de las madres primerizas que sobre los lechones de las madres multíparas. Sin embargo, en el ensayo 2 la mortalidad no estuvo afectada por el número de parto de la madre en ninguno de los periodos estudiados.

CONCLUSIONES

En general, el número de parto de la madre no influye sobre la productividad ni sobre la mortalidad de los lechones después del destete. Sin embargo, los lechones procedentes de las madres primerizas que se vayan a castrar podrían presentar mayor mortalidad después de la operación quirúrgica que los lechones procedentes de las madres multíparas.

**Tabla 1. Efecto del número de parto sobre la productividad y la mortalidad de 7,8 a 22,5 kg de peso vivo (PV)**

Variables	Número de parto		EEM ¹	Probabilidad ²
	Primerizas	Múltiparas		
PV inicial, kg	7,2	8,3	0,43	NS
PV final, kg	22,7	22,2	1,51	NS
<i>De 7,8 a 10,5 kg PV (De 28 a 41 d de edad)</i>				
GMD ³ , g	203	219	11,6	NS
CMD ⁴ , kg	0,214	0,249	0,01359	NS
IC ⁵	1,06	1,14	0,00634	**
Mortalidad, %	0,86	0,00	-	NS
<i>De 10,5 a 20,5 kg PV (De 41 a 62 d de edad)</i>				
GMD, g	470	480	27,5	NS
CMD, kg	0,599	0,625	0,04470	NS
IC	1,27	1,30	0,0219	NS
Mortalidad, %	0,86	4,34	-	NS
<i>De 20,5 a 22,5 kg PV (De 62 a 67 d de edad)</i>				
GMD, g	393	443	21,2	NS
CMD, kg	0,762	0,853	0,06064	NS
IC	2,03	1,96	0,0703	NS
Mortalidad, %	6,19	0,00	-	*
<i>De 7,8 a 22,5 kg PV (De 28 a 67 días de edad)</i>				
GMD, g	371	389	20,9	NS
CMD, kg	0,492	0,529	0,03495	NS
IC	1,33	1,36	0,0185	NS
Mortalidad, %	7,91	4,34	-	NS

¹ 4 réplicas con 29 cerdos por réplica. ² NS: P > 0,10; *: P < 0,05; **: P < 0,01. ³ Ganancia media diaria. ⁴ Consumo medio diario. ⁵ Índice de conversión.

Tabla 2. Efecto del número de parto sobre la productividad y la mortalidad de 8,3 a 24,1 kg de peso vivo (PV)

Variables	Número de parto		EEM ¹	Probabilidad ²
	Primerizas	Múltiparas		
PV inicial, kg	7,6	8,9	0,90	NS
PV final, kg	23,3	24,8	0,45	NS
<i>De 8,3 a 11,2 kg PV (De 28 a 39 d de edad)</i>				
GMD ³ , g	255	258	11,6	NS
CMD ⁴ , kg	0,300	0,305	0,01163	NS
IC ⁵	1,18	1,18	0,0237	NS
Mortalidad, %	0,00	0,00	-	NS
<i>De 11,2 a 18,9 kg PV (De 39 a 67 d de edad)</i>				
GMD, g	268	289	8,91	NS
CMD, kg	0,529	0,549	0,02622	NS
IC	1,97	1,90	0,0321	NS
Mortalidad, %	14,75	5,27	-	NS
<i>De 18,9 a 24,1 kg PV (De 62 a 82 d de edad)</i>				
GMD, g	448	374	21,4	NS
CMD, kg	0,792	0,849	0,03989	NS
IC	2,07	1,91	0,0912	NS
Mortalidad, %	2,21	1,92	-	NS
<i>De 8,3 a 24,1 kg PV (De 28 a 82 días de edad)</i>				
GMD, g	294	321	9,3	NS
CMD, kg	0,542	0,567	0,2295	NS
IC	1,85	1,77	0,0404	NS
Mortalidad, %	16,96	7,19	-	NS

¹ 4 réplicas con 29 cerdos por réplica. ² NS: P > 0,10. ³ Ganancia media diaria. ⁴ Consumo medio diario. ⁵ Índice de conversión.



BIBLIOGRAFÍA

- Dial, G., Marsh, W., Polson, D., Vaillancourt, J. 1992. Diseases of Swine. 7ª ed. Leman y col. (eds.) Iowa State University Press, EE.UU. pp: 88-137.
- Piñeiro, C., Piñeiro, M., Morales, J., Manteca, X., Mateos, G.G. 2005. ITEA, 26 (I): 261-263.
- Statistical Analysis Systems Institute. 1990. SAS User's Guide: Statistics. Versión 6, 4ª ed. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Vesseur, P.C., Kemp, B., Hartog, L.A. den, Noordhuizen, J.P.T.M. 1997. Livestock Production Science, 49: 277-285.



UTILIZACIÓN DE MICROSATÉLITES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE HOMONIMIAS EN ACCESIONES DE *PHASEOLUS VULGARIS* L. DE LA COLECCIÓN DE FRIJOL DE HONDURAS

Meza, Narcizo

Unidad de Generación, Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA).
Avenida La FAO, Boulevard Miraflores. Tegucigalpa, Honduras.
Correo electrónico: n.meza@alumnos.upm.es

RESUMEN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa muy importante en la dieta diaria en Honduras, representa el segundo grano básico en importancia nacional. En la Escuela Agrícola Panamericana se encuentra localizado el Banco de Germoplasma de frijol de Honduras, donde se conservan 497 accesiones. Para este estudio se han seleccionado 56 de esas accesiones, 30 de ellas denominadas “Vaina Blanca”, 20 con el nombre de “Arbolito”, cuatro “Arbolito Vaina Blanca” y dos “Vaina Blanca Arbolito”, lo cual representa el 11% de la colección. Para la identificación y detección de homonimias en dicho material vegetal mediante marcadores moleculares, se han utilizado 12 microsatélites previamente descritos en *P. vulgaris*. Los resultados obtenidos muestran la existencia de una gran variabilidad en las 56 accesiones estudiadas. Se han detectado 48 genotipos diferentes, de manera que resulta imposible asignar un genotipo concreto tanto para el cultivar “Vaina Blanca” como para “Arbolito”.

Palabras clave: judía, SSR, variabilidad genética

INTRODUCCIÓN

La familia Leguminosae Juss. agrupa aproximadamente 18.000 especies y 650 géneros (Jones, 1995; Polhill et al., 1981). Según Hidalgo (1991), el género *Phaseolus* se localiza principalmente en los trópicos, subtropicos y zonas templadas, en donde se han descrito más de 30 especies, de las que sólo se cultivan cuatro, siendo *P. vulgaris* L. la más relevante. El frijol común (*P. vulgaris*) es una leguminosa muy importante en la dieta diaria en Honduras, representa el segundo grano básico en importancia nacional. En el Banco de Germoplasma de frijol de Honduras, localizado en la Escuela Agrícola Panamericana, se conservan 497 accesiones, existiendo más de doscientas variedades locales catalogadas.

El desarrollo de técnicas moleculares basadas en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) ha proporcionado una alternativa fiable y objetiva para la identificación de cultivares o accesiones, siendo los microsatélites o SSR (*simple sequence repeat*) uno de los marcadores más utilizados en ese sentido en *P. vulgaris* (Gómez et al., 2004; Blair et al., 2006). Los microsatélites son marcadores altamente reproducibles, lo cual permite el intercambio de datos entre laboratorios, así como la integración de los mismos en bases de datos internacionales. En la actualidad existen disponibles un gran número de *loci* microsatélites descritos específicamente para *P. vulgaris* (Yu et al., 2000; Gaitán-Solís et al., 2002; Blair et al., 2003, 2006), lo cual facilita la utilización de estos marcadores en estudios de caracterización de la diversidad genética e identificación del germoplasma de frijol.

Para el presente trabajo se han seleccionado 56 de de las 497 accesiones existentes en el Banco de Germoplasma de frijol de Honduras, con objeto de caracterizarlas mediante marcadores moleculares de tipo microsatélite.



MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo este estudio se han seleccionado 56 accesiones de *P. vulgaris* del Banco de Germoplasma de frijol de Honduras, 30 de ellas denominadas “Vaina Blanca”, 20 con el nombre de “Arbolito”, cuatro “Arbolito Vaina Blanca” y dos “Vaina Blanca Arbolito” (Tabla 1), lo cual representa el 11% de la colección. Dicho germoplasma fue colectado entre 1991 y 1994 directamente en las fincas de los agricultores. En la extracción del ADN genómico total se utilizó una mezcla de material foliar de cinco plántulas para cada una de las accesiones. Dicha extracción se realizó siguiendo el protocolo del kit “Nucleo Spin Plant” (CLONTECH Lab.). El ADN extraído se cuantificó en gel de agarosa al 1,2% comparando la intensidad de las bandas con concentraciones conocidas del fago lambda. A continuación se prepararon diluciones de trabajo de 10 ng/μl en agua destilada y estéril.

Tabla 1. Accesiones de *P. vulgaris* estudiadas. Se indica la localidad y el Departamento de colecta, así como el genotipo (Gn) de microsatélites obtenido para cada una de ellas.

Código ^a accesión	Localidad (Departamento) de colecta	Gn SSR	Código ^a accesión	Localidad (Departamento) de colecta	Gn SSR
A-1	Tribu Xicaque La Bolsita (Yoro)	G1	VB-9	El Aguaje (Santa Barbara)	G26
A-2	Caridad (Yoro)	G2	VB-10	Plan Grande (Copán)	G27
A-3	Las Delicias (Valle)	G3	VB-11	S. Antonio de Las Crucitas (Copán)	G28
A-4	Guanacaste (Choluteca)	G4	VB-12	La Asomada (Lempira)	G29
A-5	Arenales de Belén (Lempira)	G5	VB-13	El Coyol (Copán)	G30
A-6	La Campa (Lempira)	G6	VB-14	Arenales (Santa Barbara)	G31
A-7	Arcilaca (Lempira)	G7	VB-15	Guacamaya (Santa Barbara)	G31
A-8	Guarita (Lempira)	G8	VB-16	Teoxintales (Santa Barbara)	G32
A-9	S. Anita (Ocotepeque)	G9	VB-17	El Español (El Paraíso)	G33
A-10	Plan del Rosario (Ocotepeque)	G10	VB-18	S. Antonio Conchagua (El Paraíso)	G34
A-11	Guacamaya (Santa Barbara)	G11	VB-19	El Boquerón (Choluteca)	G35
A-12	Arenales (El Paraíso)	G12	VB-20	Gualiqueme (Choluteca)	G36
A-13	Las Selvas (El Paraíso)	G13	VB-21	La Pintura (Choluteca)	G37
A-14	Los Limpios (Atlántida)	G14	VB-22	El Jicarito (Choluteca)	G38
A-15	La Hicaca (Yoro)	G11	VB-23	Los Limpios (Atlántida)	G39
A-16	El Terrero (Yoro)	G15	VB-24	Jocón (Yoro)	G40
A-17	N. Esmeralda (Fco Morazán)	G16	VB-25	La Hicaca	G41
A-18	Urrutia (Francisco Morazán)	G17	VB-26	Nueva Esmeralda (Fco Morazán)	G14
A-19	El Zapote (Intibucá)	G13	VB-27	Rodeo Chiquito (Fco Morazán)	G42
A-20	La Masica (Atlántida)	G18	VB-28	El Pedernal (Francisco Morazán)	G43
VB-1	Las Delicias (Yoro)	G19	VB-29	Guayabillas (Francisco Morazán)	G44
VB-2	Ayapa (Yoro)	G20	VB-30	La Hicaca (Yoro)	G43
VB-3	S. Simón (Yoro)	G21	AVB-1	San José Oriente (Santa Barbara)	G45
VB-4	Buenos Aires (Yoro)	G22	AVB-2	La Masica (Atlántida)	G8
VB-5	Las Delicias (Valle)	G23	AVB-3	Yaruca (Atlántida)	G46
VB-6	La Laguna (Colón)	G24	AVB-4	Yaruca (Atlántida)	G47
VB-7	El Coco (Santa Barbara)	G25	VBA-1	San José Oriente (Santa Barbara)	G48
VB-8	El Coco (Santa Barbara)	G14	VBA-2	Santa María (Atlántida)	G14

^a A = “Arbolito”; VB = “Vaina Blanca”; AVB = “Arbolito Vaina Blanca”; VBA = “Vaina Blanca Arbolito”.

Se seleccionaron un total de 12 *loci* SSR previamente descritos en *P. vulgaris*: BM53, GATS91, BM199, BM175, BM137, BM210, BM211, BM212, BM184, BM209 (Gaitán-Solís et al., 2002), BMd1 (Blair et al., 2003, 2006) y PVAT007 (Yu et al., 2000). El criterio de selección fue su nivel de polimorfismo y su localización en diferentes cromosomas, de manera que cada uno de ellos se ubica en uno de los n=11 cromosomas de *P. vulgaris*, salvo BM210 y BM209, que se encuentran en el mismo cromosoma pero suficientemente alejados. El par de cebadores de cada microsatélite fue sintetizado por Applied Biosystems, de manera que uno de los cebadores de cada par fue marcado con un fluorocromo: 6-FAM, NED, VIC o PET. Las reacciones de amplificación se llevaron a cabo en un volumen de 20 μl, con 0,2 mM de cada uno de los cuatro dNTPs, 2 mM de MgCl₂, 1 U de *Tth*-ADN-polimerasa en el tampón suministrado por el proveedor (BIOTOOLS B&M



Lab.), 20 ng de ADN molde y 0,2 μ M de cada cebador. Las amplificaciones se realizaron en un termociclador Mastercycler Eppendorf-5333 utilizando el mismo protocolo para los 12 SSR, que consistió en un ciclo inicial de desnaturalización de 3 min a 94°C, seguido por 35 ciclos de 45 s a 94°C, 1 min a 48°C y 1 min 30 s a 72°C, y un último ciclo de extensión de 5 min a 72 °C. Los productos amplificados se resolvieron en un secuenciador automático ABI PRISM 3730 y el tamaño de los alelos fue asignado utilizando el programa Peak Scanner™ v1.0 (Applied Biosystems).

Para cada uno de los *loci* microsatélite se obtuvieron las frecuencias alélicas y genotípicas por simple conteo. La heterocigosis observada (H_o) fue calculada como el cociente entre el número de genotipos heterocigotos y el total de genotipos obtenidos para cada *locus*. La heterocigosis esperada se calculó como $H_e = 1 - \sum p_i^2$, donde p_i es la frecuencia del alelo "i" en la muestra estudiada para cada locus (Nei, 1987). Asimismo, también se estimó el número efectivo de alelos como $NEA = 1 / \sum p_i^2$ (Kimura y Crow, 1964). Por otra parte, se calculó el poder de discriminación (D ; Jones, 1972), como la probabilidad teórica de que dos accesiones puedan ser distinguidas por sus patrones de SSR. Este parámetro fue calculado para cada *locus* "j" como $D_j = 1 - C_j$, donde C_j es la probabilidad de coincidencia. El poder de discriminación acumulado se calculó como $D = 1 - C$, donde $C = \sum C_j$ es la probabilidad de coincidencia acumulada para todos los *loci* polimórficos analizados.

RESULTADOS

De los 12 *loci* SSR utilizados, nueve fueron multialélicos, mientras que los tres restantes sólo presentaron un único alelo. El número de alelos detectados varió entre uno en los *loci* monomórficos (BM199, BM137 y BM212) y 22 en el *locus* BM211, con un total de 86 alelos considerando los 12 *loci*. En tres de los nueve *loci* polimórficos (BM211, BM53 y PVAT007), el número efectivo de alelos fue superior a cinco (Tabla 2).

Tabla 2. Número (NA) y número efectivo (NEA) de alelos, número de genotipos observados (G_o), Heterocigosis observada (H_o) y esperada (H_e), probabilidad de coincidencia (C) y poder de discriminación (D), obtenidos para los 9 *loci* SSR polimórficos analizados en las 56 accesiones de *P. vulgaris* L. estudiadas.

<i>Locus</i>	NA	NEA	G_o	H_o	H_e	C	D
BM53	18	6,46	21	0,107	0,845	0,143	0,857
GATS91	12	4,28	18	0,214	0,766	0,195	0,805
BMd1	5	3,03	5	0	0,670	0,330	0,670
BM175	2	1,26	3	0,018	0,205	0,777	0,223
BM210	3	1,55	5	0,107	0,356	0,559	0,441
BM211	22	6,55	27	0,214	0,874	0,107	0,893
PV-AT007	8	5,05	16	0,236	0,802	0,128	0,872
BM184	3	1,49	4	0,125	0,330	0,568	0,432
BM209	10	3,08	11	0,091	0,676	0,312	0,688
Media	9,22	3,64	---	0,124	0,614	---	---
Acumulado	---	---	---	---	---	9,7 x 10⁻⁶	0,9999903

Considerando únicamente los nueve *loci* polimórficos, el número de genotipos observados varió entre tres en BM175 y 27 en BM211. La combinación de los patrones



obtenidos en los nueve *loci* permitió diferenciar 48 genotipos distintos en las 56 accesiones estudiadas (85,7%). La heterocigosis observada varió entre 0 (BMd1) y el 23,6% (PVAT007), con un valor medio de 12,4% (Tabla 2). Por otra parte, la heterocigosis esperada varió entre el 20,5% (BM175) y el 87,4% (BM211), con una media del 61,4% (Tabla 2). Los valores de heterocigosis esperada fueron significativamente superiores a los correspondientes de heterocigosis observada, lo cual puede ser el reflejo de la condición eminentemente autógama de *P. vulgaris*, aunque presente cierto porcentaje de alogamia (Polhill et al., 1981).

Los valores de la probabilidad de coincidencia (C) y el poder de discriminación (D) obtenidos para cada uno de los nueve *loci* polimórficos, junto con sus valores acumulados para el conjunto de los *loci*, se muestran en la Tabla 2. El *locus* BM175 muestra el valor del poder de discriminación más bajo (0,223), mientras que existen cuatro *loci* con valores superiores al 80% (BM211, PVAT007, BM53 y GATS91). Asimismo, el valor acumulado para los nueve *loci* de dicho poder de discriminación teórico es prácticamente del 100% (0,9999903; Tabla 2), aunque en la práctica sólo se han podido diferenciar el 85,7% de las 56 accesiones estudiadas. Esto último, probablemente sea debido a que las accesiones que han presentado los mismos patrones de SSR, realmente se trate del mismo material genético.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo ponen claramente de manifiesto la capacidad de los microsatélites utilizados para detectar suficiente polimorfismo como para diferenciar un germoplasma vegetal tan relacionado como el aquí estudiado. La variabilidad encontrada en las 56 accesiones es tal (48 genotipos diferentes) que resulta prácticamente imposible asignar un genotipo concreto para cualquiera de los dos cultivares principales en estudio, "Vaina Blanca" y "Arbolito".

Asimismo, se sugiere la utilización de, al menos, los cuatro *loci* con mayor poder de discriminación (BM211, PVAT007, BM53 y GATS91) para llevar a cabo el estudio del resto de las 497 accesiones de *P. vulgaris* existentes en el Banco de Germoplasma de frijol de Honduras. Lo cual permitiría generar una base de datos que podría utilizarse para la propia gestión y uso de la colección de frijol, así como para la identificación de cultivares, estudios de parentesco e incluso en cuestiones de protección legal de cultivares o accesiones de *P. vulgaris*.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Departamento de Biología Vegetal de la UPM y, en especial, al Dr. Jesús M. Ortiz por el financiamiento para el desarrollo de este trabajo. Agradecer al Dr. Juan Carlos Rosas (Banco Germoplasma de Frijol en Honduras) por permitirme estudiar una parte de su colección de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Y muy especialmente al Dr. Juan Pedro Martín Clemente por su paciencia y entrega de largas jornadas de tutoría.

BIBLIOGRAFÍA

- Blair M.W., Giraldo M.C., Buendía H.F., Tovar E., Duque M.C., Beebe S.E. 2006. Theor. Appl. Genet., 113: 100-109.
- Blair M.W., Pedraza F., Buendía H.F., Gaitán-Solís E., Beebe S.E., Gepts P., Tohme J. 2003. Theor. Appl. Genet., 107: 1362-1374.
- Gaitán-Solís E., Duque M.C., Edwards K.J., Tohme J. 2002. Crop Sci., 42: 2128-2136.
- Gómez O.J., Blair M.W., Frankow-Lindberg B.E., Gullberg U. 2004. Crop Sci., 44:1412-1418.
- Hidalgo R. 1991. In: Common beans: Research for crop improvement. CAB International, Cali, Colombia. p 163-197.
- Jones D.A. 1972. J. Forens. Sci. Soc., 12: 355-359.
- Jones G. 1995. Taxon, 4: 188-189.
- Kimura M., Crow J.F. 1964. Genetics, 49: 725-738.
- Nei M. 1987. In: Population genetics and fishery management. Univ. Washington Press, Seattle. p 193-223.
- Polhill R., Raven W., Stirton C.1981. In: Advances in Legume Systematics. Vol. I. Royal Botanic Garden, Kew, England. p 1-26
- Yu K., Park S.J., Poysa V., Gepts P. 2000. J. Hered., 91: 429-434.



BÚSQUEDA DE RESINA INTERCAMBIADORA DE ANIONES PARA LA ABSORCIÓN DE FÓSFORO

Cisneros, Sara

Departamento de Edafología, E.T.S.I.A., Universidad Politécnica de Madrid.

Correo electrónico: cisneros.sara@gmail.com

RESUMEN

Este trabajo tiene como finalidad la búsqueda de una resina intercambiadora de aniones para poder utilizarla posteriormente en el proyecto: “Contribución al acoplamiento de modelos geoquímicos y de la planta: formalización de la actividad enzimática de la rizosfera.” Dirigido por Yves Dudal y Edith LeCadre, ambos pertenecientes a Montpellier SupAgro (Francia).

Para encontrar la resina más adecuada primero se realizó una búsqueda bibliográfica y se escogieron algunas resinas, de las cuales se debían elegir una o dos para el trabajo posterior. Para esta elección se tuvieron en cuenta distintos aspectos, pero el que ocupa mayor proporción en este trabajo es la construcción de unas curvas de adición-adsorción de fósforo de las resinas, de un suelo tipo bien determinado, y de las resinas conjuntamente con el suelo.

Con todo esto se pudo escoger una y aportar información sobre la cantidad de fósforo que podría absorber dentro del suelo en su función como sustituta de una raíz.

Palabras clave: resina, fósforo, sorción

INTRODUCCION

Uno de los grandes pilares del desarrollo de la revolución verde ha sido el uso de fertilizantes, que se basó principalmente en la adición de fósforo y nitrógeno a los cultivos.

Según han pasado los años las eficiencias de estos fertilizantes han mejorado mucho, pero aún queda mucho que hacer para mejorar los rendimientos económicos y evitar la contaminación por lixiviación y evaporación principalmente.

En la Unités Mixtes de Recherche (UMR) de la Rhizosphère et Symbiose (R&S de Montpellier SupAgro, ocupan gran parte del tiempo en esta materia. Edith Le Cadre-Barhélémy e Yves Dudal, ambos dentro del equipo de biodisponibilidad y proteínas de R&S, están llevando a cabo actualmente un proyecto de innovación de tres años de duración, “Contribución al acoplamiento de modelos geoquímicos y de la planta: formalización de la actividad enzimática de la rizosfera.” Este proyecto surgió debido a la escasez de estudios realizados sobre la interacción entre planta y enzimas rizosféricas.

Para simplificar los primeros experimentos, se buscó una resina intercambiadora de iones que simulara el comportamiento de la raíz en el suelo y así realizar unas curvas adición-adsorción que se acercaran a las isotermas de absorción. . Con todo esto se desarrolla un protocolo de manejo de la resina para su utilización en el proyecto que engloba esta investigación.

MATERIAL Y MÉTODOS

En primer lugar se realizó una búsqueda bibliográfica para ver qué resinas se habían utilizado en otros estudios. El resultado se muestra en la tabla 1. donde se presentan las resinas que más tarde se evaluarían, con su presentación y precio:



Tabla 1. Resinas estudiadas

	Referencia	Presentación	precio aprox (€)
Amberlite Strongly Basic Anion Exchanger, Chloride form	IRA 900	500g	51.5
Amberlite Weakly Basic Anion Exchanger, IRA 96	A 8709	100g	21.8
Amberjet 4400 OH Strongly basic anion exchanger hydroxyde form	A 5836	100g	30.7
Dowex Weakly Basic Anion Exchanger Marathon WBA	D 3303 ou 43666d	250g	42.6
Dowex 66 Base free	43,667-4	250g	35.3
Dowex Marathon A	43,394-2	250g	33

Después se buscaron las resinas mejor adaptadas al proyecto a desarrollar haciendo las medidas de pH y curvas que se asemejaran a las isotermas.

El siguiente paso fue partir de la siguiente hipótesis:

$(P + \text{suelo}) + (P + \text{resina}) = (P + \text{suelo} + \text{resina})$

Y a partir de ella comprobar si realmente era cierta.

Medida del pH

De estas resinas se midió el pH, mezclando la resina (1 mL aproximado) en cada caso con un sustrato: agua (5 mL) y suelo (1g) con agua(5 mL). Se dejaba toda una noche en un agitador. Al día siguiente se filtraba y del líquido se medía el pH con un pH-metro.

Curvas del suelo P añadido/Pabsorbido

El protocolo seguido para realizarlo fue el siguiente:

1. Se toman 5 tubos de plástico con 1g de suelo cada uno, añadir 5 mL de solución de fósforo con las siguientes concentraciones a cada tubo:
0; 74,585; 149,618; 304,181; 465,162 mg/L
2. Se agita durante una noche
3. Se centrifuga durante 13 min. a 24,625g (1500 rpm)
4. Se decanta la fase líquida y se filtra a través de un filtro de 0,45 µm.
5. Se mide la concentración de P con el método verde de malaquita. Se obtiene el P disponible.
6. Se añaden 5 mL de NaOH 1M a la parte sólida que quedó en el tubo.
7. Se centrifuga durante 10 min a 24625g (1500rpm)
8. Se decanta la fase líquida. La sólida se desecha, el P que le queda es nulo o despreciable.
9. Se toman 2 mL de esta disolución y se añaden 2,50 µl de HCl para extraer el P ligado a complejos.
10. Se refrigera durante una noche
11. Se centrifuga 1 mL de esta disolución en pequeños tubos Eppendorf durante 5 min a 1500rpm.
12. Se decanta la fase líquida y se diluye 100 y 1000 veces dependiendo de las concentraciones.
13. Se mide la concentración de P con el método verde de malaquita.

Curva de la resina

Al principio había seis resinas, de las cuales se hizo una tabla aproximada para saber el punto aproximado de saturación de cada una. De esta experiencia se sacó como conclusión que debido a las características del pH, la peligrosidad de manejo y el olor desagradable de algunas de ellas, sólo era conveniente realizar la isoterma para las resinas Amberlite IRA-96 y Dowex 66ion Exchange resin.

El protocolo seguido fue el siguiente:

1. Se toman seis tubos de plástico con 1 mL de resina aproximadamente.
2. Se añade a estos tubos 10 mL de disolución con las siguientes concentraciones de P: 114,02; 240,06; 491,07; 779,46; 1006,97; 1492,97 mg/l. Hacer tres réplicas de los mismos.
3. Se agita durante una noche
4. Se centrifugar durante 13 min a 24625g (1500rpm)
5. Se decanta la fase líquida y se filtra la misma con filtro de 0,45 µm.



6. Se Diluye 4000 veces esta disolución extraída
7. Se mide la concentración de P con el método verde de malaquita.

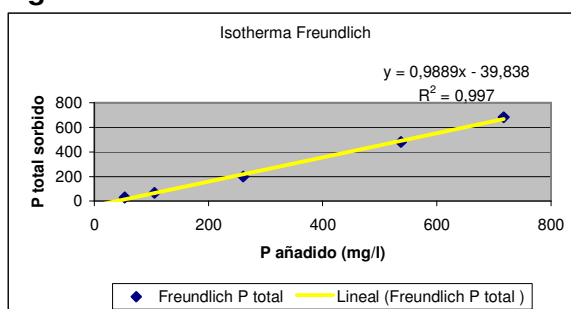
Curva del suelo junto con la resina

1. Se toman seis tubos de plástico con 1 mL de resina aproximadamente y 1g de suelo
2. Se añade a estos tubos 10 mL de disolución con las siguientes concentraciones de P: 418,195; 668,875; 1098,25; 1449,575; 2035,075; 2373,35 ; 3427,3 mg/l.
3. Se agita durante una noche
4. Se centrifuga durante 15 min a 24625g (1500rpm)
5. Se decanta la fase líquida y filtra la misma con filtro de 0,45 µm.
6. Se diluye 1000 y 4000 veces dependiendo de la concentración creciente esperada.
7. Se mide la concentración de P con el método verde de malaquita. Se obtiene el P que no ha sido obtenido por la resina ni por el suelo.

RESULTADOS

Curvas del suelo

Figura 1. Isotherma de Freundlich del suelo



Curvas de las resinas con el suelo

Figura 2. Curva P añadido/P sorbido de Dowex 66 junto con suelo

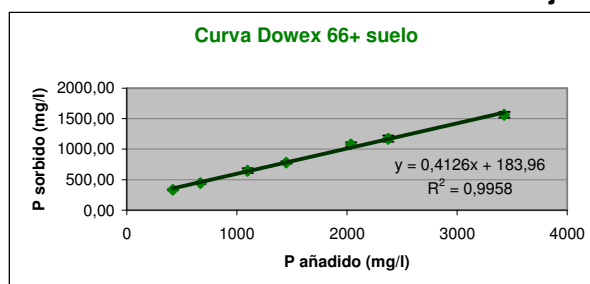
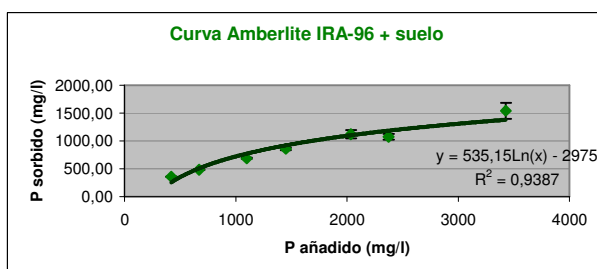


Figura 3. Curva P añadido/P sorbido de Amberlite IRA-96 junto con suelo

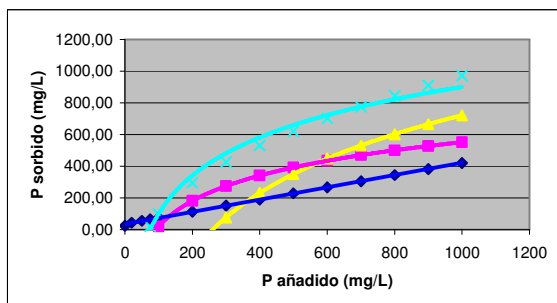




Además de estos gráficos, se calculó lo que en teoría debería haber salido si se cumpliera

$$(P + \text{suelo}) + (P + \text{resina}) = (P + \text{suelo} + \text{resina})$$

Figura 4. Gráfico resumen P añadido/P sorbido de Amberlite IRA-96 junto con suelo



En este gráfico se dibujan las curvas del suelo en azul oscuro, la curva de la resina en rosa, la curva de la resina junto con suelo en amarillo y en azul claro la curva teórica al aplicar

$$(P + \text{suelo}) + (P + \text{resina}) = (P + \text{suelo} + \text{resina})$$

CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas a partir de estos gráficos son:

- De todas las resinas posibles, sólo dos: Dowex 66 y Amberlite IRA 96 podrían ser convenientes por su olor, pH, etc.
- La suposición inicial
 $(P + \text{suelo}) + (P + \text{resina}) = (P + \text{suelo} + \text{resina})$
No es cierta, pero los valores comienzan a aproximarse a partir de 800 mg/L de P añadido.
- Dowex tardará más en saturarse, el valor máximo del gráfico de 3500mg/L muestra que aún no está saturado ya que la pendiente de la recta no decrece.
- Las resinas no son capaces de extraer el P ligado a los complejos ya que en ningún caso se extrae todo el P añadido.

BIBLIOGRAFÍA

- He, Z. L., X. Yang, K. N. Yuan and Z. X. Zhu 1994 Desorption and plant-availability of phosphate sorbed by some important minerals Department of Soil Science and Agricultural Chemistry Zhejiang Agricultural University, Hangzhou, P. R. China
- Kowalenko, C. G. 2005 Binding of inorganic sulphate and phosphate in humid-climate soils measured using column leaching, equilibration and extraction methods CANADIAN JOURNAL OF SOIL SCIENCE Volume: 85, Issues:5, Pages: 599-610
- Yanamadala V 2005 Calcium carbonate phosphate binding ion exchange filtration and accelerated denitrification improve public health standards and combat eutrophication in aquatic ecosystems WATER ENVIRONMENT RESEARCH Volume: 77, Issue:7, Pages: 3003-3012



DESARROLLO Y APLICACIÓN DE RUTINAS DE ANÁLISIS 3D Y PSICROMÉTRICAS A LA EVALUACIÓN DEL TRANSPORTE ANIMAL

Domínguez, Juan; López, Javier

Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico : jdominguezamaro@gmail.com

RESUMEN

El transporte es un proceso potencialmente estresante para el animal y sin embargo en la actualidad no se disponen de herramientas capaces de modelizar parámetros que correlacionen el ambiente del camión con el estrés de los animales.

El origen de este trabajo se sitúa en un proyecto internacional para la evaluación de las condiciones ambientales durante el transporte animal en el que se realizaron siete viajes de larga distancia (más de 8 horas) que cubrían climas suaves y cálidos. En este contexto, el desarrollo de algoritmos abarca el cómputo de parámetros psicrométricos, de regresión y de modelización 3D para evaluar los cambios que se producen en el camión y su influencia en los animales.

Los análisis realizados sirven para reclamar la necesidad de establecer una medida que determine la sensación térmica que soportan los animales. Esto se conseguiría englobando temperatura, humedad y entalpía del aire en una aproximación más realista que la que se efectúa en la actualidad.

Palabras clave: *modelización, bienestar, transporte animal*

INTRODUCCION

Durante el transporte animal pre-sacrificio, el ganado está expuesto a múltiples estresores. Uno de los más importantes es el micro-clima que se produce en el interior del camión (Mitchell 2006, Mitchell y Kettlewell 2008), que puede generar situaciones de estrés asociado a situaciones alejadas del intervalo termoneutro (Broom 2000; Knowles y Warriss 2000). Esto repercute directamente en el bienestar de los animales, disminución de la calidad del producto, pérdidas de peso e incremento de la mortalidad (Hall y Bradshaw 1998). El estudio mediante algoritmos de modelizaciones térmica 3D que integren asimismo la psicrometría del aire en la evaluación del transporte animal es de gran utilidad a la hora de interpretar las condiciones que soportan los animales en el interior de los camiones y poder evitar de esta forma los estresores que provoca estas situaciones de estrés. Estos estudios tienen aún más utilidad teniendo en cuenta que en la actualidad se está legislando a nivel europeo el control de las condiciones ambientales en el interior del camión para el transporte animal (Reglamento 1/2005).

MATERIAL Y MÉTODOS

Seguimiento de transportes de larga distancia

Se realizaron siete viajes desde Yorkshire (Gran Bretaña) a Humilladero (Málaga, España) con un recorrido total de 2540 Km, y una duración total aproximada de 63 horas. Los viajes se realizaron en un camión rígido, equipado con ventilación forzada. Se contó con 4 sensores HOB0 (temperatura y humedad relativa) en el habitáculo de los animales y 5 sensores del mismo tipo en el exterior para la temperatura y humedad ambiental. Todos los sensores estaban sincronizados. Se realizaron tomas de datos durante todo el viaje cada 2 minutos.

Ganado empleado en el estudio

En cada viaje se transportaron 80 cerdas (Large-White) de $96,54 \pm 9,03$ kg. Ocho animales de cada viaje eran operados dos semanas antes del viaje, para introducirles un



sensor en la cavidad abdominal de manera que fuera posible determinar la temperatura interna, con el mismo intervalo de tiempo que los sensores del camión (ASABE, 2005).

Análisis de datos

Posteriormente al trabajo de campo se realizó un análisis de datos con Matlab, para obtener una modelización en video en 3D (Rodríguez-Bermejo, *et al* 2006) del habitáculo donde se transportan los animales con los datos de los 4 sensores internos del camión (Figura 1). Igualmente se realizó un análisis psicrométrico, para relacionar temperatura, humedad relativa y absoluta.

Por último, se compararon los datos de temperatura interna de todos los cerdos para comprobar si todos ellos reaccionan de la misma manera ante idénticos cambios de temperatura durante los viajes. Para ello se correlacionaron las temperaturas internas de cada cerdo respecto al denominado cerdo medio observándose diferencias significativas entre los distintos animales para un mismo viaje. Estas diferencias se han cuantificado empleando los coeficientes de un modelo lineal (ordenada en el origen y pendiente) de cada individuo respecto al cerdo medio.

RESULTADOS

En todos los viajes realizados se repite un mismo patrón de temperaturas internas en el camión y ambientales. En la figura 1 se recogen los dos primeros viajes, donde se observa la repetición de los comportamientos de las temperaturas, que serán muy similares en los otros 5 viajes restantes.

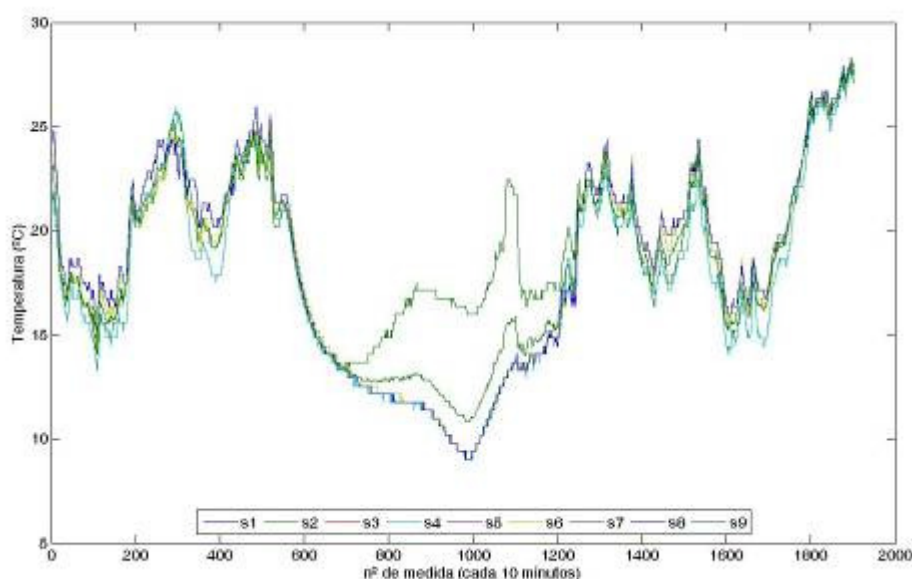


Figura 1. Gráficos de temperatura ambiental e interna del camión para el viaje del 06/2008. Periodo de carga (medidas 0-50): Incremento y posterior descenso de temperatura. **Viaje hasta el puerto (medidas 300-400):** Temperatura interna superior a la ambiental. **Viaje en barco (medidas 400-600):** Se igualan las temperaturas. **Punto de parada (medidas 600-1200):** la temperatura interna desciende por la ausencia de animales. **Viaje por España hasta destino final en Málaga (medidas 1200-final):** el incremento de la temperatura ambiental es mayor que la interna, incluso la supera en ocasiones.



La modelización realizada en 3D para todos los viajes estudiados, muestra como en todos los viajes, la parte más cálida del camión es la situada en la planta superior y más alejada de la cabina.

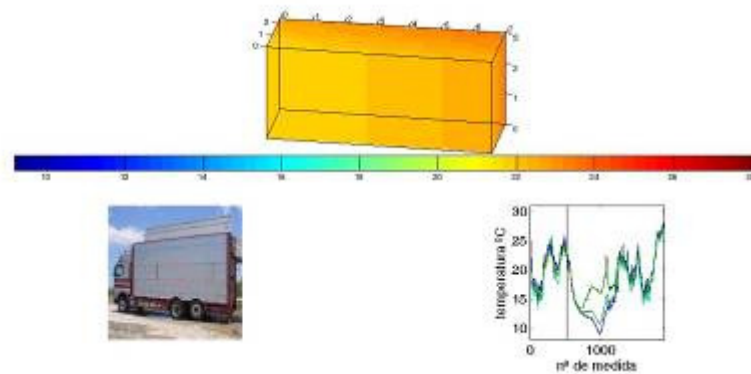


Figura 2. Captura del video que modeliza la temperatura en el interior del camión. En la parte superior se muestra el volumen que se colorea en función de la lo registrado por los sensores. Según la escala de color que se encuentra debajo del volumen, se puede distinguir las diferentes zonas y la temperatura registrada. Se muestra una foto del camión en la posición que se modeliza. Además se muestra un grafico con las temperaturas registradas que se va actualizando según van cambiando las temperaturas.

Para los gráficos psicrométricos se relaciona en el mismo gráfico temperatura, humedad relativa y humedad absoluta para poder identificar en que rangos ambientales se sitúa el microclima del animal. Establecer sólo la temperatura como medida ambiental no es suficiente dado que la entalpía del aire se ve muy afectada por la humedad absoluta del aire y ésta es muy diferente en latitudes altas (Gran Bretaña) en comparación con zonas más meridionales como el sur de España.

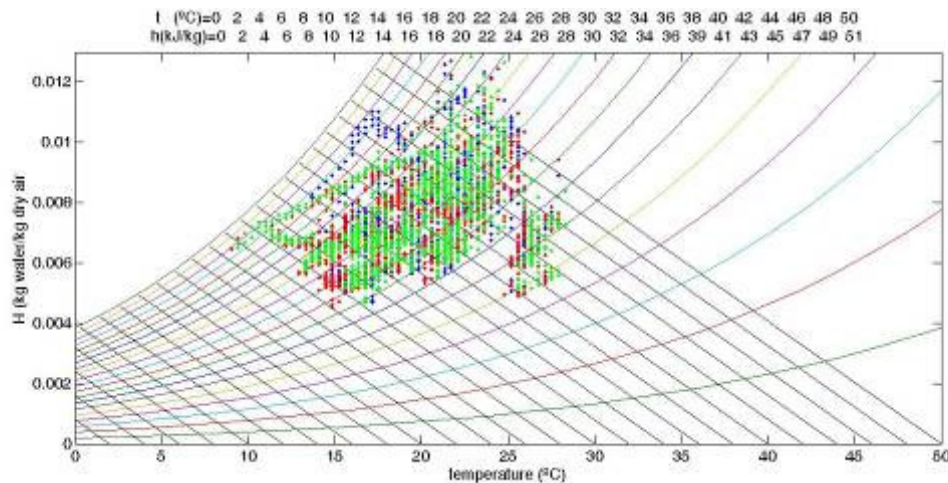


Figura 3. Gráfico psicrométrico correspondiente al viaje nº 1. Para una misma temperatura, la situación ambiental puede ser muy diferente dependiendo de la humedad; las líneas oblicuas denotan líneas isoentálpicas, mientras que las exponenciales refieren curvas de iso-humedad relativa de 0 a 100% a saltos de 5%.

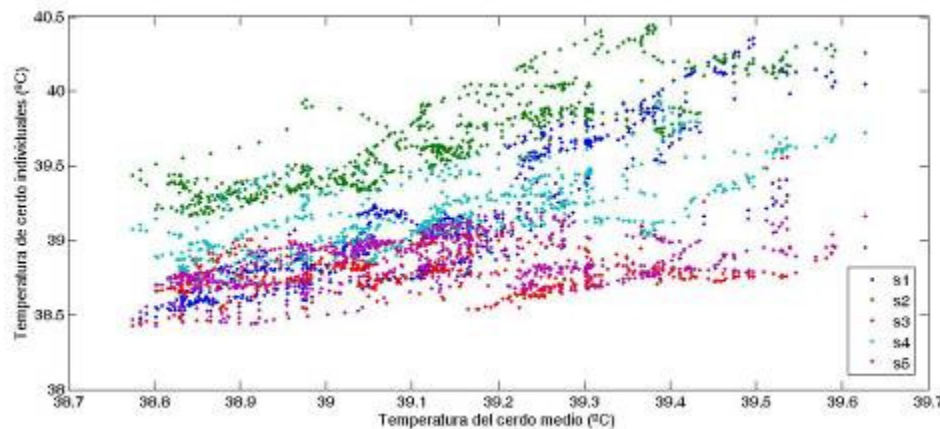


Figura 4. Análisis de correlaciones de la temperatura del cerdo medio con cada uno de los cerdos analizados mediante sondas internas en el viaje nº 4.

Tabla 1. Coeficientes de regresión cerdo individual-cerdo medio: ordenada en el origen (°C) y pendiente (°C/°C) para los datos de la Figura 4. Las variaciones de pendiente reflejan las diferencias en la reacción de los cerdos individuales para cambios similares en el entorno ambiental.

	s1	s2	s3	s4	s5
Bo	24.50	18.56	25.81	16.96	18.56
B1	0.37	0.52	0.34	0.57	0.52

CONCLUSIONES

Establecer las condiciones de transporte animal exclusivamente en términos de temperatura del camión resulta excesivamente limitado, y es imprescindible incluir la humedad relativa como parámetro adicional. El modelo psicrométrico muestra que para una misma temperatura, las variaciones en el contenido de humedad son críticas en relación con la percepción de calor debido a las diferencias de entalpía del aire. Por otra parte, se observan diferencias significativas en la reacción de los animales a condiciones ambientales similares.

BIBLIOGRAFÍA

- ASABE. SAE D271.2. Psychrometric data. APR1979(R2005).
- Broom, D.M. 2000. Welfare assesment and welfare problem areas during handling and transport. In *Livestock Handling and Transport*. Edited by T. Grandin, CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK. Pp 43-61.
- Broom, D.M. 2005. The effects of land transport on animal welfare. *OIE Scientific and Technical Review*, (Revue Scientifique et technique – Office International des Epizooties), 24: 683-691.
- Hall, S.J.G., Bradshaw, R.H. 1998. Welfare aspects of the transport by road of sheep and pigs. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 1:235-254.
- Knowles, T.G. 1998. A review of the road transport of sheep. *Veterinary Record*, 143: 212-219.
- Knowles, T.G., Warris, P.D. 2000. Stress physiology of animals durino transport. In *Livestock Handling and Transport*. Edited by T. Grandin, CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK. Pp 385-407
- Mitchell, M.A. 2006. Using physiological model sto define environmental control strategies. In *Mechanistic Modellino in Pig and Poultry Production*. CABI International, Wallingford, Oxfordshire, UK, pp 209-228.
- Mitchell, M.A. Kettlewell, P.J. 2008. Engineering and design of vehicles for the long distance of road transport of livestock (ruminants, pigs and poultry). *Veterinaria Italiana*, 44:210-213.
- Reglamento (CE) nº 1/2005 del Consejo, de 22 de diciembre de 2004, relativo a la protección de los animales durante el transporte y las operaciones conexas y por el que se modifican las Directivas 64/432/CEE y 93/119/CE y el Reglamento (CE) nº 1255/97.
- Rodríguez-Bermejo, J., Barreiro, P., Robla, J.I., Ruiz-Garcia, L. 2006. Thermal study of a transport container. *Journal of food engineering* 80:517-527.

SESIÓN C5



EL ARROZ: UNA PLANTA DE INTERÉS AGROALIMENTARIO

Awad, Alejandro

*Producción Vegetal: Botánica y Protección vegetal. ETS. Agrónomos
Universidad Politécnica de Madrid*

Correo electrónico: alejandro.awad.parada@alumnos.upm.es

RESUMEN

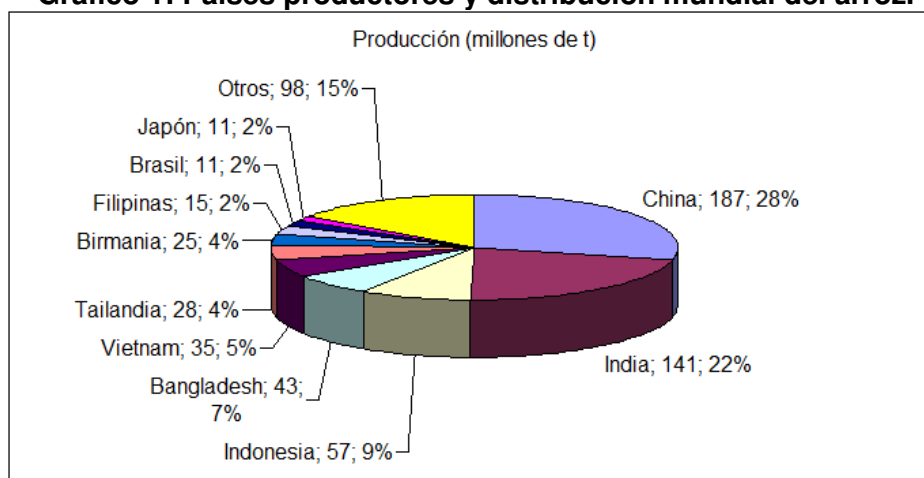
El cultivo del arroz comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz debido a que allí abundaban los arroces silvestres, aunque el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China. En España lo introdujeron los árabes alrededor del 700 y lo cultivaron con éxito en Sevilla, Córdoba, Granada, Murcia, Alicante y Tarragona. En Europa fue considerado un bien de lujo durante toda la Edad Media.

El 75% de la población mundial lo incluye en su dieta alimenticia diaria, pudiendo superar en algunos casos el consumo de otros cereales como el maíz y el trigo. El arroz proporciona entre el 25 y el 80% de las calorías de la dieta diaria a 2,7 mil millones de personas de Asia (donde se produce el 90% de la producción mundial), es decir, a más del 50% de la población mundial, donde se le considera el alimento básico de la civilización oriental.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del arroz se fue extendiendo desde China, hasta ser uno de los cultivos con mayor superficie cultivada y ser el cereal más utilizado para la alimentación humana, (considerado alimento básico para el 50% de la población mundial). A partir del siglo VIII se cultivó en España y Portugal y entre los siglos IX y X también en el sur de Italia. Durante el último milenio se ha introducido progresivamente en el resto de los continentes. En los Estados Unidos se desarrolló alrededor del año 1718. En el New South Wales (Australia) los primeros intentos de cultivo de arroz se efectuaron en el año 1981. En resumen podríamos afirmar que el arroz es uno de los productos agrícolas cuyo cultivo y consumo ha experimentado más auge en los últimos años, con una producción mundial estimada en 500 millones de toneladas. No solo es el recurso alimenticio más utilizado por los países pobres sino que además el sector del arroz proporciona trabajo a la mayor parte de la población rural asiática, siendo este su medio de vida y representado la mayor parte de sus ingresos y en definitiva su supervivencia.

Gráfico 1: Países productores y distribución mundial del arroz.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos de la FAO (2007)



MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo corresponde a la asignatura “Plantas de interés agroalimentario”, por lo que en este apartado vamos a describir las características botánicas de la especie, los requerimientos ecológicos y su importancia económica u distribución geográfica.

Características botánicas:

El arroz (*Oryza sativa*) es una monocotiledónea perteneciente a la familia Poaceae.

- Raíces: las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales.

- Tallo: el tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso, glabro y de 60-120cm de longitud.

- Hojas: las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos.

- Flores: son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración.

- Inflorescencia: es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemmas estériles, la raquilla y el flósculo

- Grano: el grano de arroz es el ovario maduro, este presenta diferentes estructuras de protección como lo son la cascarilla o cáscara la cual mantiene al grano en una condición de impermeabilidad y estabilidad, seguido de esta cascarilla se encuentran varias capas entre las cuales se puede ver el pericarpio, una cubierta de semilla, el nucelio y la aleurona. Dichas capas y la parte del embrión o germen, constituyen lo que conocemos como salvado de arroz.

El 72% del grano esta representado por el endosperma almidonoso, el 20% es cascarilla y el restante 8% es el pericarpio o salvado de arroz.

El grano descascarado de arroz (cariósipide) con el pericarpio parduzco se conoce como arroz café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el arroz rojo.

Principales tipos de arroz:

- De grano largo de tipo indica: Este tipo de arroz representa el 85% del comercio mundial de arroz, incluyendo aproximadamente del 10-15% de arroces aromáticos (tipos jazmín y basmati), 35-40% de arroces de alta calidad (menos del 10% de granos partidos) y del 30-35% de arroces de baja calidad.

- De grano medio/corto de tipo japónica: el comercio de este tipo de arroces representa solamente una cuota del 15%.

Requerimientos ecológicos:

Se trata de un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtrópicos y en climas templados. El cultivo se extiende desde los 49-50° de latitud norte a los 35° de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2.500 m. de altitud. El arroz necesita tanto para germinar como para florecer un mínimo de 10 a 13 °C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos.

Importancia económica y distribución geográfica:

El arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aunque es el más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de personas que dependen de su cosecha. A nivel mundial, el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo si se considera la superficie cosechada, pero si se considera su importancia como cultivo alimenticio, el arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales. Además de su importancia como alimento, el arroz proporciona empleo al mayor sector de la población rural de la mayor parte de Asia, pues es el cereal típico del Asia meridional y oriental, aunque también es



ampliamente cultivado en África y en América, y no sólo ampliamente sino intensivamente en algunos puntos de Europa meridional, sobre todo en las regiones mediterráneas.

Cultivo en España:

El cultivo del arroz se asentó básicamente en tres grandes zonas dentro de España, todas ellas bien diferenciadas entre sí:

- Zona Sur: dentro de este territorio se distinguen dos áreas claramente distintas; “las marismas” del río Guadalquivir en Sevilla y las de Don Benito en Extremadura. Sevilla es la primera provincia productora española, que junto con Extremadura alcanzan casi un 60% de la producción estatal.
- Delta del Ebro (Cataluña): en este territorio también difieren otras dos zonas. Una en Girona, justo en el término de Pals, donde la producción es muy baja; la otra en Tarragona, justo en el delta del Ebro, donde el área de producción del arroz convive con el conocido parque natural del mismo nombre.
- Comunidad Valenciana: abarca los terrenos próximos a la Albufera de Valencia y a la desembocadura del río Júcar.

Otros lugares en los que también se cultiva el arroz son en algunos terrenos específicos de Murcia, Aragón (Albalate de Cinca, Grañén), las dos Castillas, Islas Baleares y en Navarra.

- **Calasparra** podría distinguirse como una zona arroceras especial. Esta comarca, situada en las provincias de Murcia y Albacete, se ha convertido en uno de los baluartes del arroz. La marca “Arroz de Calasparra” se registró en 1928 y en 1986 se convirtió en el primer arroz del mundo con Denominación de Origen.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este apartado comentaremos la composición nutricional y sus aplicaciones y usos más importantes.

Tabla 2: Composición nutricional del grano de arroz

Nutriente	Composición del arroz integral por 100 g de sustancia	Composición del arroz blanco por 100 g de sustancia
Agua (%)	12	15.5
Proteínas (g)	7.5	6.2
Grasas (g)	1.9	0.8
Carbohidratos (g)	77.4	76.9
Fibra (g)	0.9	0.3
Cenizas (g)	1.2	0.6
Calcio (mg)	32	6
Fósforo (mg)	221	150
Hierro (mg)	1.6	0.4
Sodio (mg)	9	2
Potasio (mg)	214	110
Vitamina B1 (Tiamina) (mg)	0.34	0.09
Vitamina B2 (Riboflavina) (mg)	0.05	0.03
Niacina (Ácido nicotínico) (mg)	4.7	1.4
Calorías	360	351

Fuente: Elaboración propia, a partir de: <http://www.kelloggs.es/nutricion/index.php>

Aplicaciones

En cuanto a las aplicaciones del arroz podemos añadir que el arroz además de ser ingrediente principal en múltiples recetas de cocina, tiene otros aprovechamientos entre los que cabe destacar:

En la Industria agroalimentaria



- Elaboración de bebidas como horchata, leche de arroz, etc.
- Bebidas alcohólicas fermentadas y destiladas. Entre éstas destaca el vino de arroz. - - Se refiere a una bebida alcohólica elaborada de arroz típica de la cocina asiática.
- A partir de harina de arroz se pueden preparar panes, reposterías, postres, papillas infantiles, pastas, tempuras, espesantes, etc.
- Sémola utilizada para la fabricación de cereales de desayuno.
- El salvado se utiliza en panificación fabricación de cereales y de productos dietéticos.
- Paja y cascarillas utilizadas como biocombustible, fertilizante, alimentación animal y en las industrias de la cerámica y el vidrio.

En la salud

El consumo regular de arroz resulta en efecto un factor positivo para la prevención y mejoría de algunas patologías, como la hipertensión y la hipercolesterolemia, El “agua de arroz”, como se suele llamar, sirve para rehidratar y combatir casos de fiebre. Su excelente digestibilidad, unida a la suave acción astringente que posee al carecer de fibra, hace del arroz un alimento recomendable para recuperar la mucosa intestinal tras una gastroenteritis.

El polvo de arroz es utilizado para tratar el acné, llagas, irritaciones en la piel y granos. Además, el arroz no contiene **gluten** (glucoproteína que se encuentra en la semilla de muchos cereales combinada con almidón) por lo que es tolerado por las personas con celiaquía. Esta enfermedad, se caracteriza por el daño que provocado por el gluten a la mucosa del intestino delgado, impidiendo una digestión normal.

CONCLUSIONES

El 75% de la población mundial lo incluye en su dieta alimenticia diaria, pudiendo superar en algunos casos el consumo de otros cereales como el maíz y el trigo. La producción mundial de arroz supera los 500 millones de toneladas, teniendo en cuenta que sólo los países asiáticos obtienen el 90% de la producción proporcionando entre el 25 y el 80% de las calorías de la dieta diaria a 27.000 millones de personas es decir, a más del 50% de la población mundial, donde se le considera el alimento básico de la civilización oriental. Por este motivo, es el cereal más utilizado en la alimentación humana.

El sector del arroz proporciona trabajo a la mayor parte de la población rural asiática, siendo este su principal medio de vida, representado la mayor parte de sus ingresos y en definitiva su supervivencia.

También se puede considerar como un importante aliado ecológico en algunos países, en donde los campos de arroz conviven en buena armonía con humedales y ecosistemas protegidos de altísimo valor faunístico y florístico.

Cabe destacar la existencia de cultivos de arroz transgénicos, que se plantean como posible solución al problema de desnutrición en los países en vías de desarrollo (**Golden rice**) el cual posee beta-caroteno, compuesto que el cuerpo puede convertir en vitamina A. Este nuevo arroz fue anunciado como una ayuda para combatir la deficiencia de vitamina A que está presente en la mayoría de los países en desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alimentación Sana. El Arroz y su Historia. Web: <http://www.alimentacion-sana.com.ar/Informaciones/Chef/arroz.htm>- Arroz SOS. El mundo del Arroz. Web: http://www.arrozsos.com/articulos/seccion/historia_del_arroz
- Ávila Torres, J.M. y cols., 2007. La Alimentación Española. Ed. M.A.P.A.- Falder Rivero, A., 2007. Enciclopedia de los Alimentos. Ed. MERCASA
- Botanical. El Arroz. Web: <http://www.botanical-online.com/arroz.htm>
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. Mejoramiento de Arroz. web :<http://www.ciat.cgiar.org/riceweb/esp/morfologia.htm>
- Food and Agriculture Organization (FAO). Datos estadísticos. Web <http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569>
- InfoAgro.com. El cultivo del arroz. Web: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>
- Kellogs. Nutrición K. Web: <http://www.kelloggs.es/nutricion/index.php>



IMPORTANCIA DEL CALCIO EN LA NUTRICIÓN DE GALLINAS PONEDORAS AL FINAL DEL CICLO DE PUESTA

Frikha, Mohamed

Dpto. de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

Correo electrónico: mohamedfrikha_ing@yahoo.fr

RESUMEN

Tanto el nivel como la fuente de calcio (Ca) suministrado a las ponedoras podrían influir sobre la productividad y la calidad de la cáscara. Sin embargo, el grado de incidencia del nivel de Ca de la dieta o del tamaño de partícula de la fuente suministrada podría variar en función de la estirpe y de la edad de las ponedoras, existiendo mayor influencia en gallinas al final de la puesta. Por ello, el objetivo de este trabajo es revisar la información disponible sobre la influencia de estos factores en distintas estirpes en distintos momentos del ciclo de puesta.

Palabras clave: gallina ponedora, calcio, final ciclo puesta

INTRODUCCION

El consumo de huevos en España está por encima de la media europea y el grado de autoabastecimiento está próximo al 120%. El mercado nacional se caracteriza por apreciar de forma desmesurada los huevos de tamaño medio superior a 63 g (clase L). En la actualidad gramajes altos se consiguen en gran parte alargando la vida útil de las aves lo que va acompañado de una peor calidad de la cáscara y un mayor porcentaje de huevos rotos (Bennett, 1992). Grobas *et al.* (1999) observaron que el porcentaje de huevos rotos en granja aumentaba del 0,43 al 1,81% de las 22 a las 74 semanas de edad. El tamaño del huevo y la deposición de cáscara aumentan con la edad (Roland, 1980). Sin embargo, el porcentaje y el espesor de la cáscara disminuyen del 9,8 al 8,9% y de 0,403 a 0,373 mm, respectivamente entre las 22 y las 57 semanas de vida (Al-Batshan *et al.*, 1994). Estos resultados podrían ser debidos a la disminución de la eficacia de la absorción del Ca con la edad. Por tanto, un incremento del contenido en Ca de la dieta al final del ciclo de puesta podría ser una buena estrategia para reducir la incidencia de huevos rotos. Asimismo, la forma en la que se suministra el Ca podría influir sobre la calidad de la cáscara. Por ello, el objetivo de este trabajo fue revisar la información disponible a cerca de la influencia del nivel y la fuente de Ca sobre la productividad y la calidad de la cáscara al final del ciclo de puesta.

NIVEL DE CALCIO DE LA DIETA

La mayor parte de los trabajos que estudian la influencia del nivel de Ca de la dieta sobre la productividad y la calidad del huevo se han realizado con estirpes blancas mientras que la información existente en ponedoras rubias es escasa. Safaa *et al.* (2008) han observado un aumento de la producción, la masa de huevo y la eficacia alimenticia al aumentar el Ca de la dieta del 3,5 al 4,0% (4,08 a 4,64 g/d) en gallinas Lohmann Brown de 58 a 73 semanas de edad. Bar *et al.* (2002) no encontraron influencia del aumento del Ca ingerido de 4,20 a 5,78 g/d (3,6 a 4,9% de la dieta) sobre la producción de huevos, el peso del huevo y el consumo de pienso de gallinas Lohmann Brown de 66 a 78 semanas de edad. Sin embargo, en un segundo ensayo, estos mismos autores observaron que la producción de huevos tendía a aumentar y el peso del huevo a disminuir cuando el Ca de la dieta aumentaba de 3,5 a 4,8% (3,60 a 5,02 g/d) en gallinas de 57 a 65 semanas de edad. Sin embargo, en gallinas Leghorn la mayoría de los autores no han encontrado influencia del nivel de Ca de la dieta sobre la productividad (Castillo *et al.* (2004) de 3,2 a 3,8% de la dieta (3,68 a 4,26 g/d) de 55 a 70 semanas de edad; Attech y Leeson (1985) de 3,0 a 4,2% de la dieta (3,91 a 4,43 g/d) de 30 a 37 semanas de edad; Keshavarz



(1998a) de 3,4 a 3,7% de la dieta (3,62 a 4,04 g/d) de 43 a 49 semanas de edad) y el peso del huevo (Keshavarz *et al.* (1993) de 3,5 a 4,0% de la dieta (3,85 a 4,40 g/d)). Sin embargo, Roland y Bryant (1994) indicaron que según aumentaba la ingestión diaria de Ca de 3,58 a 4,35 g (3,3 a 4,1% de la dieta) disminuía el consumo de pienso sin que se vieran afectados la producción o el peso del huevo en gallinas Leghorn de 24 a 27 semanas de edad. Por tanto, la influencia del nivel de Ca de la dieta sobre la productividad y la calidad de la cáscara podría depender de la estirpe y la edad de la ponedora. Probablemente, una deficiencia de Ca en la dieta de gallinas jóvenes se compense con la movilización de Ca óseo.

El aumento del contenido de Ca de la dieta afecta a la mayoría de los parámetros que definen la calidad de la cáscara. Safaa *et al.* (2008) observaron que el peso, el espesor y la densidad de la cáscara aumentaban al aumentar el contenido de Ca de la dieta de 3,5 a 4,0% (de 4,08 a 4,64 g/d) en gallinas Lohmann Brown a las 73 semanas de edad. De acuerdo con estos resultados, Keshavarz (1998b) observó un incremento del espesor de la cáscara (de 0,372 a 0,386 mm) al aumentar la ingestión diaria de Ca de 3,51 a 4,45 g (3,1 a 3,8% de la dieta) en ponedoras Leghorn de 42 a 48 semanas de edad. Sin embargo, en este trabajo no se observó influencia alguna del nivel de Ca de la dieta sobre el peso y el porcentaje de la cáscara de acuerdo con los resultados obtenidos por Rao *et al.* (2003) al aumentar el consumo de Ca diario de 3,51 a 4,82 g (3,3 a 4,5% de la dieta). En general, al aumentar el contenido en Ca de la dieta de 3,0 a 3,8% aumenta la gravedad específica en ponedoras Leghorn (Keshavarz, 1998a; Keshavarz, 1998b). Sin embargo, Keshavarz *et al.* (1993) no observaron beneficio alguno sobre la gravedad específica con el aumento del nivel de Ca de la dieta por encima del 3,5%.

El NRC (1994) recomendó una ingesta diaria mínima de 3,25 y 3,60 g de Ca para estirpes blancas y rubias, respectivamente (3,25% de Ca en la dieta). De acuerdo con los trabajos revisados, las necesidades de Ca en ponedoras al final del ciclo de puesta serían más altas que las recomendadas por el NRC (1994). Las necesidades diarias de Ca en ponedoras Lohmann Brown de 58 a 73 semanas de edad serían superiores a 4,08 g (3,5% de la dieta) (Safaa *et al.*, 2008). Asimismo, Lichovnikova (2007) recomienda 4,51 g Ca/gallina y d (4,1% de la dieta) para asegurar la calidad de la cáscara en el último tercio del ciclo de puesta. Sin embargo, Leeson *et al.* (1993) no observaron efecto alguno sobre la deformación de la cáscara en ponedoras Lohmann Brown cuando la ingestión diaria de Ca (suministrada como carbonato) era superior a 3,4 g. La causa de las discrepancias entre autores con respecto a las necesidades de Ca y la calidad de la cáscara de los huevos podría ser debida a diferencias en la estirpe, la edad, la productividad y las especificaciones nutricionales de las dietas utilizadas. Franco-Jiménez y Beck (2005) indicaron que al final del ciclo de puesta, las estirpes rubias presentan huesos con mayor resistencia a la rotura que las blancas. Por tanto, las estirpes Lohmann Brown y Leghorn podrían responder de manera diferente a los suplementos de Ca. Además la mayor resistencia a la rotura y la estructura ósea más fuerte de las ponedoras rubias permiten almacenar más Ca. Por tanto, estarían mejor equipadas para cubrir las necesidades de Ca durante la formación de cáscara.

FUENTE DE CALCIO DE LA DIETA

En general, la fuente de Ca utilizada en la dieta no influye sobre la productividad de las ponedoras. Así en gallinas Leghorn, Scheideler (1998) no observó efecto alguno sobre la productividad cuando un 25 o un 50% del carbonato fino (CF) se sustituyó por conchilla de ostras (CO) o por carbonato grueso (CG) en el primer y en el tercer ciclo de puesta. De acuerdo con estos resultados, Keshavarz *et al.* (1993) no observaron efecto alguno sobre la productividad al sustituir el 33% del CF por CO en ponedoras de la misma estirpe. De acuerdo con estos resultados, Safaa *et al.* (2008) no observaron efecto sobre la productividad al sustituir el 40% del CF por CG o CO en gallinas Lohmann Brown de 58 a 73 semanas de edad. En contra de estos resultados, Ahmad y Balandier (2003) demostraron que al sustituir el 50% de carbonato por CO mejoraba la producción de huevos en gallinas Leghorn de 28 a 64 semanas de edad. Sin embargo, el aumento de la



producción de huevos observado por estos autores fue sólo de 0,8 unidades porcentuales.

Sin embargo, existen discrepancias entre autores a cerca de si la fuente de Ca utilizada influye sobre la calidad de la cáscara. Scott *et al.* (1982) observaron que la calidad de la cáscara mejoraba cuando una parte del CF de la dieta se sustituía por CG o CO. Asimismo, Keshavarz y Nakajima (1993) observaron que la gravedad específica de la cáscara mejoraba cuando el 50% del CF se sustituía por una cantidad equivalente de CO. De forma parecida, Schedeiler (1998) observó una mejora de la gravedad específica de la cáscara cuando el 50% del CF se sustituía por CG probablemente debido a su menor solubilidad y al mayor tiempo de retención en la parte proximal del digestivo. Las partículas de Ca groseras se solubilizan más lentamente y son retenidas en la molleja más tiempo que las partículas finas (Zhang y Coon, 1997) permitiendo que exista Ca disponible durante las primeras horas de oscuridad en las cuales se está formando la cáscara pero las gallinas no tienen acceso al alimento. Por tanto, la sustitución de CF por CG o CO mejoraría la calidad de la cáscara y la estructura ósea puesto que una mayor proporción del Ca de la dieta se utilizará para la formación de la cáscara durante la primera parte del periodo de oscuridad. Recientemente, Lichovnikova (2007) ha recomendado suministrar dos tercios del Ca de la dieta como partículas groseras (CG o CO) para asegurar la calidad de la cáscara en el último tercio del ciclo de puesta. Además, la resistencia a la rotura de la tibia aumenta cuando se suministran fuentes de Ca groseras (CG o CO) en vez de CF a gallinas Lohmann Brown de 64 a 77 semanas de edad (Guinotte y Nys, 1991). Sin embargo, en la práctica la calidad de la cáscara no empeora y el porcentaje de huevos rotos no aumenta cuando el pienso se ofrece como migajas, forma en la cual el Ca ha de suministrarse de forma pulverulenta. Además, en la mayoría de los casos no se han observado beneficios en la calidad de la cáscara cuando se suministran cantidades extras de CO (aproximadamente 2 g/gallina y d) 1 o 2 h antes del inicio del periodo de oscuridad. La falta de respuesta a la inclusión de CO podría ser debida a la mezcla inadecuada de la CO con el pienso o simplemente a la falta de efecto del Ca suministrado de esta forma. De hecho, algunos autores no han observado modificaciones de la calidad de la cáscara en función de la fuente de Ca utilizada. Safaa *et al.* (2008) únicamente observaron que la densidad de la cáscara aumentaba en gallinas que habían consumido CG con respecto a las que habían consumido CF. Asimismo, Ahmad y Balandier (2003) no observaron beneficio alguno al sustituir el 50% del carbonato por CO sobre el espesor de la cáscara en ponedoras Leghorn de 28 a 64 semanas de edad. Las causas de las discrepancias entre autores con respecto a la fuente de Ca y la calidad de la cáscara no son conocidas pero podrían explicarse, al menos en parte, por la edad de las gallinas cuando se inicia el suplemento de CG y por la duración de los ensayos. Por ejemplo, Fleming *et al.* (1998) suministraron CG antes del comienzo de la puesta (de 15 a 70 semanas de edad) y Lichovnikova (2007) suministró CG sólo durante dos semanas (56 y 57 semanas de edad), mientras que Safaa *et al.* (2008) suplementó con CG a partir de las 58 semanas de edad durante 15 semanas. El efecto de la fuente de Ca sobre la calidad de la cáscara sería más evidente cuando la fuente grosera se suministra a animales jóvenes. Además el efecto podría ser mayor durante los primeros días de suministro. Esta hipótesis sería consistente con la mejora de la densidad de la cáscara observada por Safaa *et al.* (2008) de 58 a 61 semanas de edad pero no después de las 61 semanas en gallinas que consumieron CG. Sin embargo, estos autores concluyen que sustituir parte del CF por CG o CO podría reducir los problemas de cáscara asociados con la inclusión de niveles bajos de Ca.

CONCLUSIONES

Las necesidades de Ca en gallinas ponedoras rubias al final del ciclo de puesta son mayores del 3,5% de la dieta lo que se corresponde con consumos diarios superiores a los 4,08 g para mantener la productividad y la calidad de la cáscara. Por tanto, las



ponedoras Lohmann Brown podrían necesitar niveles de Ca en la dieta superiores a los recomendados por el NRC (1994), principalmente al final del ciclo de puesta.

La sustitución de parte del carbonato fino de la dieta por grosero o conchilla de ostras presenta una escasa influencia sobre la productividad. Sin embargo, podría mejorar algunos parámetros de calidad de la cáscara en ponedoras al final del ciclo de puesta.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer la colaboración en esta revisión bibliográfica a H. Safaa (Universidad El Cairo, Egipto) y D.G. Valencia (Nutral, S.A., Madrid)

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmad H.A., Balander R.J. 2003. *J. Appl. Poult. Res.*, 12: 509–514.
- Al-Batshan H.A., Scheideler S.E., Black B.L., Garlich J.D., Anderson, K.E. 1994. *Poult. Sci.*, 73: 1590–1596.
- Atteh J.O., Leeson, S. 1985. *Poult. Sci.*, 64: 2090–2097.
- Bar A., Razaphkovsky V., Vax E. 2002. *Br. Poult. Sci.*, 43: 261–169.
- Bennett C.D. 1992. *J. Appl. Poult. Res.*, 1: 399–402.
- Castillo C., Cuca M., Pro A., González M., Morales E. 2004. *Poult. Sci.*, 83: 868–872.
- Fleming R.H., McCormack H.A., Whitehead C.C. 1998. *Br. Poult. Sci.*, 39: 434–440.
- Franco-Jiménez D.J., Beck M.M. 2005. *Int. J. Poult. Sci.*, 4: 518–522.
- Grobas S., Méndez J., De Blas C., Mateos G.G. 1999. *Br. Poult. Sci.*, 40: 681–687.
- Guinotte F., Nys Y. 1991. *Poult. Sci.*, 70: 583–592.
- Keshavarz K., Nakajima, S. 1993. *Poult. Sci.*, 72: 144–153.
- Keshavarz K., Scott M.L., Blanchard J. 1993. *J. Appl. Poult. Res.*, 2: 259–267.
- Keshavarz K. 1998a. *Poult. Sci.*, 77: 1333–1346.
- Keshavarz K. 1998b. *Poult. Sci.*, 77: 1320–1332.
- Leeson S., Summers J.D., Caston L. 1993. *Poult. Sci.*, 72: 1510–1514.
- Lichovnikova M. 2007. *Br. Poult. Sci.*, 48: 71–75.
- NRC. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9^a ed. rev. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Rao S.V.R., Pnada A.K., Raju M.V.L.N., Sunder G.S., Praharaj N.K. 2003. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 106: 199–208.
- Roland D.A.Sr. 1980. *Poult. Sci.*, 59: 924–926.
- Roland D.A.Sr, Bryant M. 1994. *J. Appl. Poult. Res.*, 3: 184–189.
- Safaa H.M., Serrano M.P., Valencia D.G., Frikha M., Jiménez-Moreno E., Mateos G.G. 2008. *Poult. Sci.*, 87: 2043–2051.
- Scheideler S.E. 1998. *J. Appl. Poult. Res.*, 7: 69–74.
- Scott M.L., Nesheim M.C., Young R.J. 1982. *Nutrition of the Chicken*. 3^a ed. Cornell University, Ithaca, NY.
- Zhang B., Coon C.N. 1997. *Poult. Sci.*, 76: 1702–1706.



DETERMINACIÓN DE LA TRANSMISIVIDAD DEL ACUÍFERO QUE ABASTECE EL POZO DE LOS CAMPOS DE PRÁCTICAS DE LA E.T.S.I.A.

Zapata, Alonso; Cid, Pablo; Arteaga, Santiago

Departamento de Ingeniería Rural. E.T.S.I.A. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: alonso.zapata.alvarez@alumnos.upm.es

RESUMEN

El presente trabajo consiste en determinar las propiedades hidráulicas, exactamente la transmisividad, del acuífero de Madrid mediante un ensayo de bombeo. En la interpretación de los datos de bombeo se ha adaptado la metodología al tipo de acuífero (confinado, semiconfinado o libre) que abastece el pozo que alimenta al campo de prácticas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid. El objetivo del trabajo es aprender a determinar las características básicas que definen un acuífero y comprender mejor la dinámica tanto de éste como del proceso de bombeo.

Palabras clave: *acuífero, transmisividad, pozo*

INTRODUCCION

El pozo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (E.T.S.I.A.) se sitúa en los campos de prácticas de la escuela enclavados entre el Palacio de la Moncloa y la carretera Calle 30 que circunvala Madrid. Éste abastece de agua a las instalaciones situadas en los campos que se dedican a fines tanto educativos como de investigación. El pozo se alimenta del acuífero denominado de Madrid, este es un acuífero terciario de tipo detrítico, el cual ocupa una extensión superior a los 2500 km², asimismo presenta un gran espesor, alcanzando incluso los 3000 m en algunas zonas, aunque este espesor es muy variable a lo largo del acuífero. La columna litológica del sondeo realizado en los 142 m de perforación del pozo, revela una alternancia entre estratos de tipo arcilloso, arenosos y otros mixtos entre arena y arcilla.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el cálculo de la transmisividad (caudal por unidad de ancho que atraviesa el espesor del acuífero cuando el gradiente hidráulico es la unidad) se parte de los datos obtenidos a partir de dos ensayos de bombeo hechos en 2008 y 2009 en el campo de prácticas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid. En cada ensayo se bombea un caudal constante (52,5 m³/h en 2008 y 2009) durante un tiempo de una hora mediante la bomba instalada en el pozo. Durante el ensayo se mide, en un piezómetro situado en el pozo, el descenso del nivel piezométrico en el mismo. Las medidas de caudal y nivel piezométrico quedan registradas cada minuto y almacenadas en formato digital.

El método seguido para determinar la transmisividad del acuífero es el de Jacob, el cual es una aproximación del método de Theis correspondiente al régimen variable. Se ha elegido este método ya que, aunque quizás se pueda alcanzar el régimen permanente debido a una fuente de recarga adyacente (el río Manzanares), el hecho de disponer solamente de un piezómetro ha obligado a trabajar con la aproximación de Jacob.

Otra consideración a tener en cuenta es que debido a que el espesor del acuífero H es relativamente bajo ($\approx 55\text{m}$) se ha corregido el abatimiento ζ según la ecuación:

$$\xi_{\text{corregido}} = \xi - \xi^2/2e$$

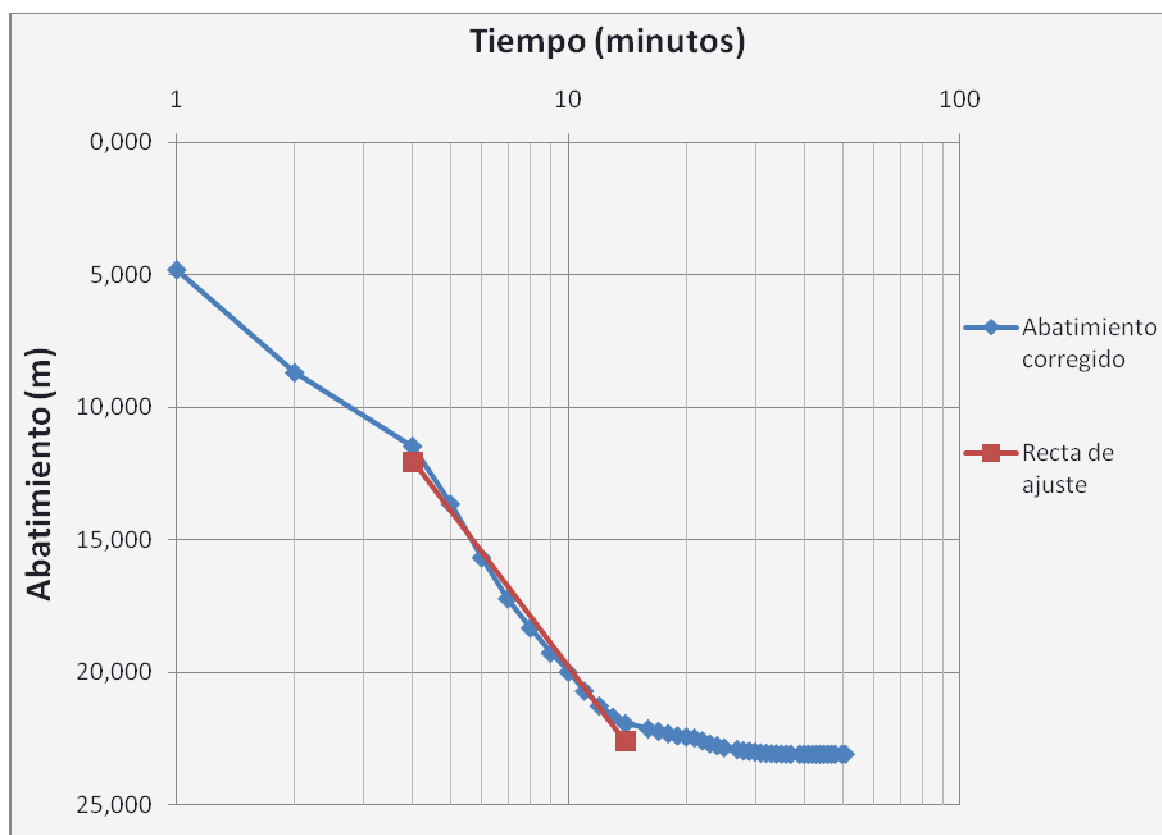


(Siendo “ ξ ” el abatimiento y “ e ” el espesor del acuífero, ambos expresados en m), ya que su valor puede representar un porcentaje alto respecto al espesor del acuífero y con la metodología empleada se perdería precisión.

RESULTADOS

Tras aplicar la aproximación de Jacob a los datos de los ensayos de bombeo de los años 2008 y 2009, se obtienen las curvas de abatimiento y las rectas de ajuste que permiten calcular el tramo donde la fórmula de Jacob se ajusta a la curva de abatimiento y así obtener los valores de transmisividad. Los resultados del ensayo de 2008 se muestra en la Figuras 1 y los del 2009 en la Figura 2.

Figura 1. Curva de abatimiento y recta de ajuste del ensayo del año 2008



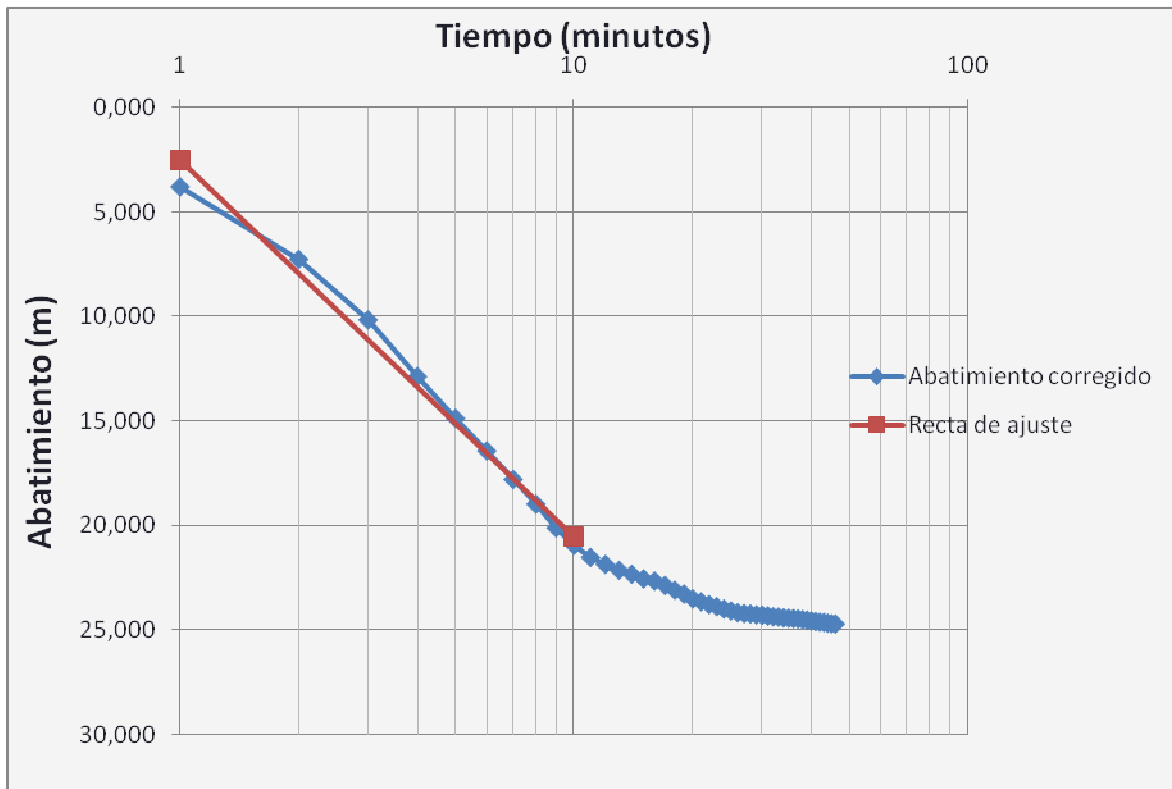
Las ecuaciones de las rectas de ajuste son las siguientes:

- Año 2008: $y = 19,45x + 0,34$
- Año 2009: $y = 18,01x + 2,52$

Siendo “ x ” el logaritmo del tiempo en minutos e “ y ” el abatimiento que corresponde a ese tiempo, además se ha de comentar que los coeficientes de ajuste $R^2 = 0,986$ y $0,989$ para los años 2008 y 2009, respectivamente.



Figura 2. Curva de abatimiento y recta de ajuste del ensayo del año 2009



Los valores de transmisividad calculados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Transmisividad del acuífero que abastece los Campos de Prácticas de la ETSIA

Año	Transmisividad (m ² /d)
2008	23,55
2009	20,32

La transmisividad obtenida con los dos ensayos es muy parecida teniendo en cuenta que las condiciones de los dos ensayos no fueron exactamente iguales. Si se comparan estos valores con los publicados por el Canal Isabel II para otras zonas del acuífero (valores entre 50-200 m²/d) (comunicación personal), se observa que la transmisividad del acuífero del Campo de Prácticas está por debajo de dichos valores.

CONCLUSIONES

El valor de transmisividad del acuífero que alimenta los Campos de Prácticas de la ETSIA es, aproximadamente, 22 m²/d. Este valor es, relativamente, pequeño comparado con otras zonas del acuífero. Como consecuencia, tenderá a formarse un cono de depresión (descenso del nivel freático) acusado al principio del bombeo. Por lo que este acuífero no va a poder suministrar caudales elevados durante intervalos de tiempo prolongados y, además, va a requerir periodos largos de recuperación. Ha de añadirse, además, que estos resultados de transmisividad bajos en comparación con los que maneja el Canal de Isabel II, pueden deberse a la poca profundidad del pozo respecto a los pozos con los que ellos trabajan.



AGRADECIMIENTOS

A nuestra tutora Leonor Rodríguez Sinobas y a los comentarios recibidos por Esther Sánchez del Canal Isabel II.

BIBLIOGRAFÍA

Johnson, E.E. 1966. Ground Water and Wells. St Paul, Minnesota. Capítulo 6
Kruseman, G.P. y Ridder, N.A. 1990. Analysis and Evaluation of Pumping Test Data. IRLI. Wageningen
Villanueva, M. y A. Iglesias. 1984. Pozos y acuíferos. Técnicas de evaluación mediante ensayos de bombeo. IGME. Madrid



LABORES AGRÍCOLAS SOSTENIBLES PARA UNA FINCA DE CEREAL DE SECANO

García, Fco. Javier

Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid
Correo electrónico: franciscojaviergg@alumnos.upm.es

RESUMEN

Este trabajo presenta el análisis de una explotación agraria situada en Badajoz (Extremadura) productora de trigo típica de España. La finca es de secano y no cuenta con carga ganadera alguna. Se proponen diferentes rotaciones, cuyo cultivo principal será el trigo al que podrán acompañar el girasol (oleaginosa), habas (leguminosas) o un año de barbecho. En cada rotación se llevará a cabo tres diferentes manejos: labor convencional, mínimo laboreo y no laboreo. Se estudió su comportamiento productivo mediante el modelo de simulación de cultivo CropSyst. Se evaluaron los siguientes indicadores de sostenibilidad agraria: la productividad, la eficiencia en el uso del agua y del nitrógeno, estabilidad de la productividad, la tendencia, el margen bruto; con todos ellos se determinó el IAS (Índice de sostenibilidad agregada). La mejor clasificación la han dado aquellas rotaciones con un porcentaje de superficie dedicada a trigo del 50-66% (años y vez y al tercio), debido al alto precio del año 2008. Las diferencias en relación al tipo de laboreo no son significativas. Mientras la inclusión de leguminosas supone un demérito debido al bajo precio que alcanzan en el mercado que no compensa las mejoras en la eficiencia del nitrógeno que introducen.

Palabras clave: laboreo de conservación, rotación, trigo

INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad agrícola es aquella en la que los sistemas productivos permiten obtener beneficio continuo del uso del agua, suelo y recursos genéticos para satisfacer las necesidades actuales de la población sin destruir los recursos naturales básicos para las generaciones futuras (Martín de Santa Olalla, 2001).

El análisis de la sostenibilidad de los sistemas agrícolas se puede basar en el seguimiento de una serie de indicadores. Un indicador es una medida del estado de un sistema que puede ser empleado en la evaluación del efecto que tienen nuestras acciones sobre un determinado recurso y que permite ajustar nuestras acciones para conseguir un determinado objetivo.

Un indicador simple hará referencia a la medida de un único factor, como la evolución del contenido de materia orgánica del suelo. Mientras un indicador sistémico (o agregado) recoge un resultado final del sistema (resultado de muchos factores que están afectando a esta variable) objeto de evaluación. En agricultura el rendimiento de un cultivo es un indicador sistémico ya que recoge el resultado final de la incidencia de numerosos factores sobre el cultivo.

La mayor parte de la agricultura se practica bajo condiciones de secano con un suministro de agua variable (Loomis y Connor, 2002). Los cultivos mayoritarios de secano en Extremadura son: el trigo con 111 560 ha, la cebada con 98 200 ha, el girasol con 16 825 ha, y las habas con 1510 ha (MARM, 2008). Las rotaciones más habituales son: B/T: B/T/L; B/T/G.

El objetivo de este trabajo es determinar cuáles son las labores agrícolas que hacen más sostenible una explotación de cereal de secano.



HERRAMIENTAS

Se parte de una explotación de secano en la provincia de Badajoz. Los cultivos son: trigo (T), girasol (G) y habas (L). El cultivo principal es el trigo y común a todas las rotaciones analizadas: T/T; B/T; B/T/T; B/T/T/T; B/T/G; B/T/G/L/T; B/T/L; B/T/L/T; T/G; T/L. Los tres tipos de labor empleados son: Laboreo convencional (C) con barbecho se dieron dos labores primarias y cuatro secundarias, en el caso sin barbecho se realizaron una labor primaria y cuatro secundarias; mínimo laboreo (ML) se realizaron dos labores secundarias y dos tratamientos herbicidas; y no laboreo (NL) con seis o cuatro tratamientos herbicidas respectivamente con o sin barbecho. Con una fertilización nitrogenada para el cultivo de trigo de 100 y 150 kg/ha y del girasol de 50 kg/ha. El trigo y las habas se sembraron en octubre y el girasol en marzo.

Todas estas simulaciones se van a hacer con el programa CropSyst versión 3.08 (Stockle y Nelson, 1999), ajustando el tipo de suelo, los datos meteorológicos. Los datos meteorológicos se han obtenido de la estación de Badajoz, Código de AEMET 4478 desde 1976 a 1990, el suelo de la explotación es un Xerothent.

Los indicadores de sostenibilidad estudiados son: Productividad del cultivo de trigo tomado el rendimiento medio en grano (kg/ha); Eficiencia en el uso del agua (WUE) como rendimiento dividido por evapotranspiración actual (kg/mm ha); Eficiencia en el uso del fertilizante nitrógeno medido como kilos de nitrógeno absorbidos dividido por la cantidad de fertilizante aplicado; Estabilidad de la productividad medida como la diferencia del rendimiento medio menos la desviación estándar respecto del rendimiento máximo; Tendencias en los rendimientos definida como la pendiente de la regresión lineal de los rendimientos respecto a los 15 años.

Además se incluye el indicador margen bruto (MB) del sistema de cultivos (MB = Ingresos totales – costes totales €/ha). Para calcular los ingresos, se han cogido los precios de la lonja de Albacete en las fechas más próximas a la cosecha, en el caso del trigo 259 €/t, y su paja 50€/t, el precio de finales de Junio del 2008, en el caso del girasol 350€/t de finales de septiembre del 2008, para el precio del cultivo de leguminosa se ha tomado como referencia el precio de la veza 300€/t a finales de Junio del 2008. Se debe destacar, que el precio de las materias primas, es bastante superior a la media de las últimas décadas. Pero este aumento de precios no influye en el margen bruto de los beneficios, porque la subida ha sido proporcional en los tres cultivos. Los gastos se han obtenido del ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.

Finalmente se normalizaron todos los indicadores a una escala de 0-100 y se calculó el Índice de sostenibilidad agregada (ISA) como la media sin ponderar de los seis indicadores.

RESULTADOS

La producción máxima media ha sido para la rotación de B/T, con no laboreo, de 3.170 kg/ha, con una estabilidad del 45%. La producción mínima media ha sido obtenida en la rotación de B/T/T/T, con no laboreo de 1.221 kg/ha, con una estabilidad del 53%. La producción máxima absoluta, en la serie de años estudiada, se consiguió con la rotación B/T/T, con labor convencional, con un rendimiento de 4.998 kg/ha.

La rotación más sostenible con un IAS del 84% (Tabla 1) fue la rotación de B/T, con un manejo de laboreo convencional y siembra el 30 de octubre. La menos sostenible es la rotación de B/T/T/T, con un manejo de no laboreo. La que tiene una tendencia más positiva es la rotación, año y vez, de B/T, con un manejo de no laboreo. Desde el punto de vista margen bruto de la explotación, la rotación y el manejo que más beneficios nos



dio es la rotación de T/T o monocultivo, con un manejo de no laboreo, con un margen bruto de 423,56 €/ha, debido al alza de precios de esta materia prima experimentada durante el año 2008. La que menos margen bruto dio es la rotación de B/T/T con un manejo de no laboreo con tan solo de 32,13 €/ha.

Tabla 1. Valores normalizados de los indicadores de sostenibilidad y agregados de los resultados de distintas tácticas de manejo simuladas 15 años en una finca de cereal de secano en Badajoz.

Rotación	Labor	Nitrógeno kg N/ha	PRO	IE	WUE	NUE	TEN	MB	IAS
B/T	NL	90	83,9	52,0	81,7	94,2	100,0	93,4	84
B/T/T/T	NL	120	63,3	87,4	81,9	74,6	51,9	80,3	73
B/T/T/T	C	120	62,9	89,6	81,4	63,8	52,2	87,4	73
B/T	C	90	82,8	100,0	74,1	77,3	50,5	43,2	71
B/T	MIN	70	80,2	87,7	88,3	81,7	38,5	50,2	71
T/G	NL	90	70,9	94,7	94,1	72,3	43,9	50,3	71
B/T/T	C	90	87,9	48,7	90,2	85,3	13,4	95,5	70
B/T/G/L/T	MIN	90	70,1	57,9	76,8	50,9	57,3	99,9	69
B/T/G	NL	90	73,6	44,4	74,3	85,0	43,1	90,7	69
B/T/L	MIN	90	86,3	34,0	100,0	90,6	63,6	25,6	67
B/T	MIN	90	81,0	59,5	98,1	73,8	50,4	37,2	67
B/T	NL	120	100,0	73,6	93,0	66,5	17,3	45,2	66
T/T	NL	100	74,3	44,9	77,6	80,4	12,7	100,0	65
B/T/T	MIN	120	80,2	82,5	89,4	52,7	37,9	42,7	64
B/T/T	NL	90	93,6	53,8	89,8	100,0	15,5	19,4	62
B/T/G	MIN	90	81,6	48,8	79,5	92,4	16,6	31,5	58
B/T/L/T	NL	90	80,1	43,0	80,0	82,4	14,7	47,5	58
B/T/G/L/T	C	90	78,3	38,1	72,1	81,7	16,6	48,1	56
B/T/L/T	MIN	90	79,6	41,4	73,9	54,2	8,3	76,8	56
T/G	C	90	67,3	41,5	68,4	74,7	13,3	66,0	55
B/T/L	NL	75	80,5	47,5	76,8	90,6	8,4	26,9	55
T/T	C	90	78,8	37,9	73,0	87,4	4,1	38,3	53
T/T	MIN	120	75,2	29,6	65,1	51,1	0,5	94,7	53
B/T/L	C	90	81,8	54,9	82,9	58,5	15,4	21,5	53
B/T/G/L/T	NL	90	46,4	51,3	64,3	61,2	59,8	32,1	53
T/L	C	90	73,6	32,5	69,8	77,7	0,0	50,8	51
B/T/L/T	C	90	41,3	26,4	73,6	33,0	50,5	21,5	41

B: Barbecho; T: Trigo; L: habas; G: Girasol; LC: Laboreo convencional; ML mínimo laboreo; NL no laboreo.

PRO: Productividad; IE: Índice de estabilidad; WUE: Eficiencia en el uso del agua; NUE: Eficiencia en el uso del nitrógeno; TEN: Tendencia; MB: Margen bruto; IAS: Índice de estabilidad agregada

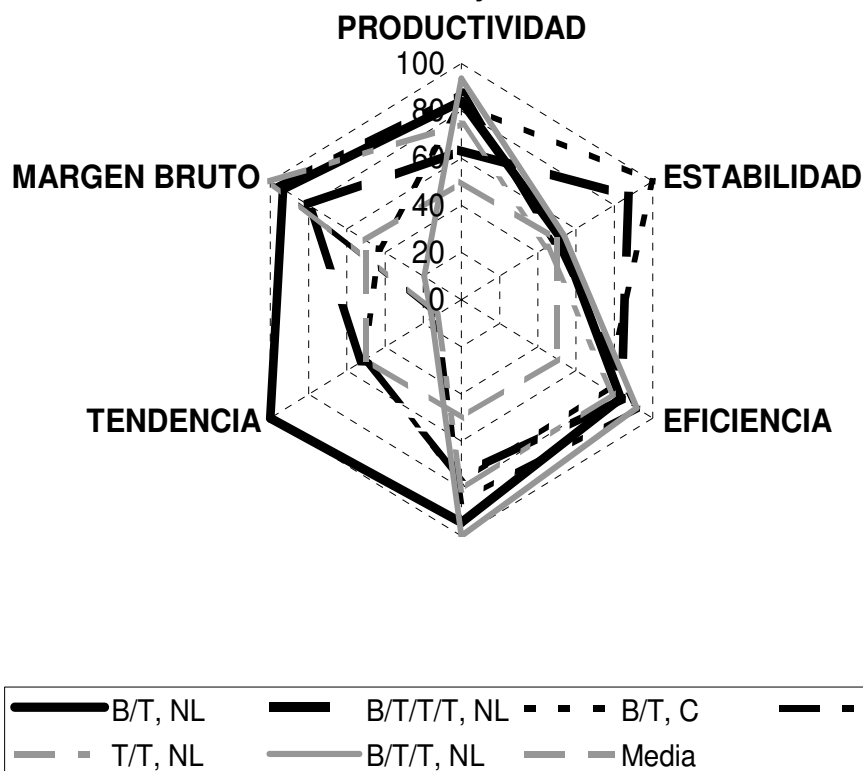
Valor 100 indica máxima sostenibilidad y el 0 la mínima

La figura 1 muestra la distribución de los indicadores de sostenibilidad normalizados el mejor valor de las principales rotaciones simuladas, en el cual el área interior de cada polígono es equivalente al IAS. La figura muestra como la rotación B/T en NL presenta un mal comportamiento en estabilidad, por lo que esta opción supone un mayor riesgo para el agricultor. Mientras la rotación B/T/T/T en NL es más estable pero su tendencia a largo plazo es más negativa, por lo que seguramente haya que replantear la cantidad de fertilizante nitrogenado aportado, los 120 kg/ha no son suficientes para mantener los rendimientos de una rotación más intensiva, es decir con una menor proporción de



barbecho (25% de la superficie cultivada). Mientras todas las rotaciones que presentan algún indicador por debajo del valor umbral 50 (media) deben excluirse de cualquier recomendación.

Figura 1. Distribución de los indicadores de sostenibilidad de los resultados de distintas tácticas de manejo simuladas 15 años en una finca de cereal de secano en Badajoz.



CONCLUSIONES

En este estudio la mejor clasificación la han dado aquellas rotaciones con predominio del trigo debido al alto precio del pasado año. Por las características de cultivo en secano en Extremadura el barbecho también aparece en las mejores rotaciones. Las diferencias en relación al tipo de laboreo no son significativas. Mientras la inclusión de leguminosas supone un demérito debido al bajo precio que alcanzan en el mercado que no compensa las mejoras en la eficiencia del nitrógeno que introducen.

Recomendación rotación de barbecho-trigo incluso hasta 66% de la superficie con trigo, y en no laboreo o con laboreo convencional.

AGRADECIMIENTOS

Carlos G. Hernández Díaz-Ambrona y a todos los compañeros de la asignatura de producción agraria sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

Loomis, R.S.; Connor, D.J., 2002. Ecología de cultivos. Mundi-Prensa, Madrid.
Martin de Santa Olalla, F. 2001. Agricultura y desertificación. Mundi-Prensa, Madrid.
Stockle, C.O.; Nelson, R. 1999. CropSyst User's manual. Washington State University, Pullman, Washington, 235 pp



ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL DE CONEJAS NULIPARAS MEDIANTE BIOIMPEDANCIA

De Mingo, Alberto; Braña, Antonio

Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: albertode.mingo@hotmail.com

RESUMEN

El trabajo ha consistido en estimar la composición corporal de 20 conejas nulíparas utilizando Bioimpedancia. Todos los animales tenían la misma edad y estaban alimentadas *ad libitum* con un pienso comercial. Se han realizado cuatro determinaciones de Bioimpedancia: dos en la recría o periodo prepuberal, en su primera inseminación y el día del parto. El objetivo ha sido valorar la evolución de la composición corporal en este periodo tan importante y previo al inicio de la vida productiva de la coneja.

Palabras clave: bioimpedancia, composición corporal, coneja

INTRODUCCION

El método de la Bioimpedancia (BIA) consiste en medir la reducción de voltaje que se produce en un cuerpo, cuando éste es atravesado por una corriente eléctrica. Un animal con mayor contenido de grasa tiene un valor más elevado de impedancia que un animal con más contenido de magro, puesto que el tejido graso ofrece más resistencia al paso de la corriente, y ésta es llevada por el cuerpo a través del agua y fluidos del mismo.

La composición corporal del animal va variando con la edad y está influida por muchos factores como la nutrición, el manejo reproductivo, y el estado fisiológico entre otros. No existen estudios previos de cómo evoluciona este parámetro a lo largo de un periodo determinado en el mismo animal, ya que era necesario el sacrificio del mismo para su posterior análisis y determinación de su contenido en grasa, proteína, humedad y cenizas.

El objetivo de este trabajo ha sido estimar la evolución de la composición corporal de un grupo de conejas mediante BIA antes de iniciar su vida productiva, el día de su primera inseminación artificial e inmediatamente antes de su primer parto.

MATERIAL Y MÉTODOS

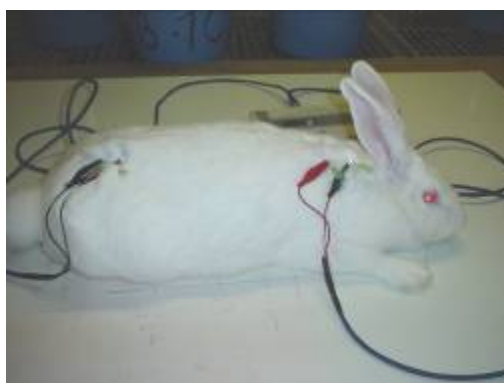
Para el trabajo se han utilizado 20 conejas de la especie *Oryctolagus cuniculus* a las cuales se les aplicó la técnica de impedancia bioeléctrica para estimar su composición corporal. Las conejas se encontraban alojadas en jaulas individuales de la granja experimental de los campos de prácticas de la E.T.S.I de agrónomos, a una temperatura próxima a los 25°C. Las conejas disponían de alimento *ad libitum*, con el pienso comercial Cunimax A. Cargill S.A. España (16.3 % Proteína Bruta, Extracto Etéreo 2,7%, Fibra Bruta 17% y cenizas 8,7%, sobre materia seca).

La edad a las que se les determinó la BIA fue a las 14, 16, 20 (inseminación) y 24 semanas (parto). El instrumento utilizado (Figura 1) para la determinación de la BIA es el aparato Quantum II (Model BIA-101, RJL Systems, Detroit, MI USA; que está conectado a dos pares de electrodos por los que discurre una corriente alterna suave (Frecuencia: 50 kHz, Intensidad: 425 µA y 9 V). Este aparato nos proporciona los datos de resistencia y reactancia del cuerpo a través del que pasa, obteniéndose el valor de la impedancia con la siguiente fórmula:

$$\text{Impedancia} = (\text{Resistencia}^2 + \text{Reactancia}^2)^{1/2}$$

Para estimar la composición corporal de las conejas en cada momento (humedad, cenizas, proteína bruta, extracto etéreo, y energía bruta de cada animal) se aplicaron las ecuaciones de Pereda et al. (2007). Las variables independientes incluidas en las ecuaciones de regresión para predecir la cantidad de grasa, proteína, agua, cenizas y energía de una coneja son: las medidas BIA realizadas, el estado fisiológico, el número de parto y el peso de las conejas. Con estos datos podemos saber la composición corporal de un animal en cualquier momento, sea cual sea su estado fisiológico y decidir si el animal posee las condiciones energéticas idóneas para llevar a cabo sus funciones reproductivas.

Figura 1. Determinación de la composición corporal con Bioimpedancia.



Las conejas se inseminaron utilizando una mezcla heterospérmica de semen de los conejos de la misma granja experimental preparada con un diluyente de semen comercial (Cudil, Magapor SA), depositando al menos 20 millones de espermatozoides a cada coneja en una dosis de 0,5 ml. Para inducir la ovulación se utilizó 20 µg de Gonadorelina sintética (Inducel GnRH, Lab. Ovejero SL).

Se determinó también la fertilidad (n° de conejas preñadas/ n° de conejas inseminadas x 100) y la prolificidad (gazapos nacidos vivos, muertos y totales de cada coneja).

Para el análisis estadístico de los resultados se ha utilizado el paquete estadístico SAS (1999). Se ha analizado el efecto del tiempo en las variables: peso, humedad, proteína, cenizas, grasa y energía mediante un análisis de medidas repetidas con el procedimiento MIXED. En las tablas se muestran las medias corregidas por mínimos cuadrados.

RESULTADOS

La composición corporal de las conejas en los diferentes momentos estudiados se muestra en la Tabla 1. La mortalidad fue nula a lo largo de la experiencia.

Se observaron diferencias significativas en el peso de los animales según avanzaban las semanas, observándose un incremento con respecto a las 16 semanas de vida de un 14% en la semana 20 y de un 19% en la 24 ($P < 0,001$). Este incremento es debido a que las hembras están en una etapa de crecimiento y cuando llegan a las 20 semanas y son alimentadas *ad libitum* suelen alcanzar el 80% de su peso adulto (Rommers et al, 2006). Después, a las 24 semanas, parte del incremento de peso se debe a que todas quedaron preñadas y en ese momento estaban en la última semana de gestación.



Tabla 1. Composición corporal de conejas estimada mediante BIA (Análisis de Bioimpedancia)

	Periodo prepuberal		Inseminación	Parto	e.s.	P>f
Edad	14 sem	16 sem	20 sem	24 sem		
Nº de animales	20	20	20	20		
Peso coneja (g)	3434 ^c	3724 ^b	4258 ^a	4449 ^a	72,4	0,001
Proteína (%)	17,8 ^a	17,1 ^b	17,2 ^b	17,1 ^b	0,14	0,001
Humedad (%)	62,6 ^{ab}	64,6 ^a	61,4 ^b	61,6 ^b	1,16	0,001
Cenizas (%)	3,19 ^a	3,07 ^b	2,79 ^c	2,83 ^c	0,03	0,001
Grasa (%)	12,7 ^b	11,67 ^b	16,2 ^a	16,1 ^a	0,68	0,001
Energía Mj	1010 ^{ab}	927,3 ^b	1066 ^a	1089 ^a	34,6	0,001

e.s.: error estándar

Respecto a la proteína, los valores se mantienen constantes, sin ninguna diferencia significativa, excepto en la semana 14, cuyo valor ($P<0,001$) es significativamente mayor al resto de datos. Probablemente en ese momento ya se ha realizado gran parte de su desarrollo muscular y más tarde, la llegada a pubertad a las 16 semanas y el llevar a cabo su primera gestación a partir de las 20, hace que este parámetro permanezca constante.

Con el contenido en humedad ocurre algo similar, se mantiene constante a lo largo de la edad de los animales, con un máximo en la semana 14 ($P<0,001$).

En las cenizas, se produce un decrecimiento del porcentaje parejo al crecimiento del animal. Podría deberse a la disminución de la importancia del hueso, principal reservorio de minerales, respecto al resto del cuerpo, ya que según las curvas de Hammond, el tejido óseo es el 2º en desarrollarse, y deja de crecer mucho antes que el muscular y adiposo.

El análisis de la composición de la grasa nos indica que se produce un aumento de ésta a partir de la semana 20. Podría deberse, tanto a lo referido por Hammond, como por el aumento en el nivel de estrógenos. Estas hormonas sexuales comienzan a aumentar en esta edad, ya que en breve se instaurará la función sexual, y estimulan la deposición de grasa.

Respecto a la energía del animal, se observa que hay una disminución en la semana 16 (927,3 Mj), para luego volver a recuperar el nivel perdido. Esto se podría explicar, debido a que, a pesar del aumento de peso que se produce a lo largo del tiempo, tanto la proteína como la grasa disminuyen en este momento, desde la semana 14 a la 16 y sin embargo, el porcentaje de humedad aumenta, ya que el agua, aunque provoca un aumento de peso, no tiene poder calórico, de forma que disminuye la energía.

Destaca también la disminución en el porcentaje de cenizas, lo cual no afecta a la situación anteriormente descrita, ya que tampoco aportan energía, afectando por otro lado, al peso de la coneja.

De esta situación cabe pensar que a la edad de 16 semanas, la coneja tendría unas peores condiciones fisiológicas para obtener buenos resultados tras la inseminación en cuanto a reservas energéticas, debido a que el porcentaje de grasa es esencial para el desarrollo sexual y se aconsejaría retrasar la edad de la primera cubrición más allá de las 16 semanas.

El tejido adiposo secreta leptina, que estimula al hipotálamo para iniciar la madurez sexual. Estas hormonas también intervienen en la sensación de saciedad, estimulando o



inhibiendo el consumo de alimento. Las concentraciones de esta hormona comienzan a ser elevados a las 16 semanas y otros autores han observado cierta correlación entre este parámetro y la fertilidad (Rebollar et al., 2008).

En nuestro caso, al inseminar a las 20 semanas de vida, la fertilidad fue del 100 % y la prolificidad fue de media $9 \pm 0,9$ gazapos nacidos vivos y $0,8 \pm 0,8$ gazapos nacidos muertos. Estos resultados son altos y similares a los valores descritos en este tipo de animales (núlparas) en los que su receptividad y tasa de ovulación siempre es elevada (Rebollar et al, 2009)

CONCLUSIONES

Con este trabajo podemos concluir que las conejas de recría sufren cambios importantes en su composición en un intervalo de tiempo crucial que puede definir posteriormente el éxito y duración de su vida productiva. El método BIA nos ha permitido observar que en las condiciones en que se realizó este experimento (pienso comercial ad libitum), es conveniente retrasar la edad de la primera inseminación hasta las 20 semanas de vida ya que los animales están mejor preparados energéticamente y lo demuestran los elevados resultados de fertilidad y prolificidad obtenidos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha financiado con el proyecto CICYT AGL 2008- 02283.

BIBLIOGRAFÍA

- Pereda N., Rebollar P.G., Schwarz B.F., Arias-Alvarez M., Revuelta L., Lorenzo P.L., Nicodemus N., 2007. II Congreso Ibérico de Cunicultura, Vila Real, Junio 2007, 17-20.
- Rebollar P.G., Millán P., Schwarz B.F., Pereda N., Marco M., Lorenzo P.L., Nicodemus N. 2008. 9th World Rabbit Congress. Libro de actas, vol. 1, 431-435.
- Rebollar P.G., Pérez-Cabal M.A., Pereda N., Lorenzo P.L., Arias-Álvarez M., García-Rebollar P. 2009. *Livestock Science*, 121, 227-233.
- Rommers J.M, Maertens L. and Kemp B. 2006. En *Recent advances in rabbit sciences*, Eds Maertens and Coudert. 39-51.
- SAS 1999-2001. SAS 7. STAT User's Guide (Release 8.2). SAS Inst. INC., Cary, NC



CONFIANZA EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO ESPAÑOL. APLICACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO JERÁRQUICO

Fernández M^a Cristina

Departamento de Economía. E.T.S. I.Agrónomos .Universidad Politécnica Madrid

Correo electrónico: mcristina.fernandez@upm.es

RESUMEN

Las relaciones entre los diversos agentes y/o eslabones de la cadena de valor alimentaria, (desde el productor al consumidor), han evolucionado con el tiempo y en la mayoría de los casos se componen de numerosos actores y relaciones altamente complejas que exigen un alto grado de confianza entre los agentes que la componen. La confianza es un concepto clave en el sector agroalimentario debido a la falta de información entre los diferentes elementos de la cadena y las crisis sanitarias que en han ocurrido en los últimos años. En el siguiente trabajo se estudia la confianza proponiendo como escenario el proceso de una transacción comercial llevada a cabo por dos actores de la cadena alimentaria. Como metodología se propone el Método Analítico Jerárquico (en inglés, AHP) como herramienta para evaluar la confianza. Finalmente se deduce que la característica que más confianza ofrece a la hora de realizar una transacción es el producto, seguido de la persona o empresa que lleva a cabo la transacción y por último el entorno de mercado donde se desarrolla la actividad comercial.

Palabras clave: confianza, AHP, sector agroalimentario

INTRODUCCIÓN

Las relaciones entre los actores antes mencionados deben llevarse a cabo dentro de un marco de confianza. El concepto de confianza ha sido estudiado desde diversas disciplinas pero nos centraremos en las siguientes definiciones: “buena voluntad a ser vulnerable por los actos de otro” (Mayer et al.1995) o “la creencia en una tercera parte que tiene a comportarse de una manera predecible” (Luhmann.1979). Cuando dos actores de la cadena alimentaria llevan a cabo una transacción en muchos casos no tienen toda la información necesaria respecto del producto, el agente al que se compra o se venda o las reglas del juego en las que se desarrolla esta actividad.

ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El primer paso fue definir que es la confianza y los objetos de confianza de un comprador a la hora de llevar a cabo una transacción en el sector agroalimentario. El resultado fue el desarrollo de una “Tipología de la Confianza” (Hosfstede G ,2007) donde aparecen los posibles objetos que son susceptibles de confianza, sus dimensiones y las fuentes que proporcionan dicha confianza teniendo en cuenta diferentes culturales. Esta clasificación ya fue expuesta en la I Edición del Congreso de Estudiantes de Ingeniería Agronómica en el 2008. Como se puede observar en la Tabla 1 los principales elementos que se consideran a la hora proporcionar o adquirir confianza cuando se realiza una transacción son tres: el producto, el vendedor y el entorno de mercado. Estos tres elementos representado en el primer nivel llevan asociados diferentes atributos en un segundo nivel.



METODOLOGÍA

Para medir la importancia de los elementos de confianza especificados en la tipología se ha utilizado el siguiente método denominado “Método Analítico Jerárquico” o AHP² (Saaty, 1980). Este método se incluye dentro de los métodos de decisión multicriterio discretos más conocidos. Es ampliamente utilizado en procesos de toma de decisión y permite resolver problemas en la toma de decisiones en diversos ámbitos o sectores (empresarial, agrícola, industrial, sector de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación). Para desarrollar esta metodología es necesario seguir unos pasos básicos. El primero es plantear un problema y descomponerlo en “subproblemas” más sencillos. En nuestro caso se tomó como problema el concepto de confianza y como “subproblemas” sus diferentes atributos.

TABLA I TIPOLOGÍA DE LA CONFIANZA

1.PRODUCTO	2.VENDEDOR	3.ENTORNO MERCADO
1.1 Reputación	2.1 Habilidad de venta	3.1. Control instituciones
1.2.Especificación	2.2 Relaciones	3.2 Instituciones no formales
1.3 Inspección	2.3 Fiabilidad	3.3 Instituciones legales
1.4. Certificación	2.4. Reputación	3.4 Reputación
1.5. Ratio precio/prestaciones		

El segundo paso consiste en evaluar la importancia de los elementos antes expuesto y jerarquizado realizando “juicios por parejas”. Los juicios con parejas consisten en coger un elemento de la tipología (p.ej Reputación) y asociarla a otro elemento (p. ej habilidad de venta). El siguiente paso sería valorar que es lo que genera más confianza según el ejemplo de acuerdo a una escala determinada. Los juicios por parejas se pueden realizar con todos los elementos en los que se ha descompuesto el problema (Kardi 2009)

El tercer paso consiste en utilizar herramientas algebraicas, concretamente el cálculo de matrices para transferir las evaluaciones a valores numéricos. Para realizar este último paso se utilizó como herramienta ofimática la herramienta de cálculo Excel.

Este proceso se llevó a cabo en diecinueve entrevistas distribuidas de la siguiente forma: 5 entrevista en sector de cereales, 5 entrevistas en el sector de frutas y hortalizas, 4 entrevistas en el sector de la carne, 3 entrevistas en el sector del aceite de oliva, 2 entrevistas a asociaciones profesionales. En algunos casos las entrevistas donde se evaluaron los elementos de confianza fueron presenciales, telefónicas y por correo electrónico.

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

El objeto más valorado dentro de la tipología de la confianza fue la dimensión “**producto**” para aquellos entrevistados que consideran el producto como materia prima para la transformación y que en algunos casos también son importadores. Para los agentes situados más al principio de la cadena, por ejemplo los productores, la mayor ponderación en los atributos de confianza encuestados son “**reputación**”, “**fiabilidad**” y “**habilidad**” especialmente en percibir el dinero por la venta en un tiempo determinado.

² En inglés AHP (Analytical Hierarchy Process).



En cuanto a los tres niveles de evaluación de la jerarquía los resultados se pueden sintetizar de la siguiente manera:

- en el primer nivel de la jerarquía de la confianza en elemento mayormente ponderado fue el de **“producto”**, en segundo lugar la **“empresa”** y en el tercer y último lugar el **“entorno de mercado”**.
- en el segundo nivel de la jerarquía de la confianza los atributos de la confianza mayormente ponderados fueron: **“reputación”** y **“ratio precio-prestaciones”** para el sector de cereales, **“inspección”** y **“ratio precio-prestaciones”** en el sector de frutas y hortalizas, **“reputación”** y **“especificación”** en el sector cárnico y por último **“ratio precio-prestaciones”** y **“especificación”** para el sector del aceite de oliva.

CONCLUSIONES

El informe realiza una primera incursión en el estudio cualitativo de la confianza dentro de las relaciones en la cadena agroalimentaria. A pesar de las limitaciones del estudio debido a que la muestra tiene un número poco representativo se reduce que para las empresas lo más importante es el producto objeto de la transacción comercial por lo que se puede pensar que los esfuerzos de las empresas para mejorar la confianza en el sector y en las transacciones debe basarse en un mejor producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Hosfstede G.J, v. Sprundel et al (2007) Creating a typology of trust elements. D5: Report on B2B trust elements and their typology: p 52-63. E-.trust Project
- Kardi Teknomo AHP [Analytic Hierarchy Process \(AHP\) Tutorial](http://people.revoledu.com/kardi/tutorial/AHP/tutorial/index.html) Tutorial using MS Excel. Disponible en <http://people.revoledu.com/kardi/tutorial/AHP/tutorial/index.html> el 26 de febrero de 2009-02-26 .
- Mayer et al.(1995) y Luhman (1979) “Determinants and Role of Trust in E-Business:A Large Scale Empirical Study”.
- Saaty T:L(1980) The Analytic Hierarchy Process, MacGraw-Hill, New York

SESIÓN C6



NECESIDADES DE COBRE Y MOLIBDENO EN OVEJAS

De Paz, Raquel

Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid
Correo electrónico: raqueldepaz@gmail.com

RESUMEN

Debido a los problemas de toxicidad que puede provocar la ingestión de cobre (Cu) en el ganado ovino, es importante conocer sus necesidades y la normativa de la Unión Europea al respecto, además de los efectos que produce tanto el exceso como la deficiencia de este metal pesado. Asimismo, es necesario estudiar Cu y molibdeno (Mo) conjuntamente dadas las numerosas interacciones que existen entre ambos.

Palabras clave: ovino, cobre, molibdeno

INTRODUCCIÓN

La importancia del Cu como mineral esencial en ratas se conoce desde hace décadas (Hove y Johnson, 1986; Demars y Reeves, 2006). Desequilibrios tanto en el contenido de Cu como de Mo pueden provocar graves problemas e incluso la muerte (Berger, 1991). Asimismo, el déficit de ambos elementos esenciales también causa numerosas enfermedades tales como la anemia. Por ello, conocer las necesidades diarias de Cu y Mo en ovejas es necesario para evitar posibles problemas tanto por hipocupremia como por hipercupremia. Un método para medir las necesidades de Cu y Mo en un animal es la estimación de la cantidad depositada de estos elementos en los tejidos. Según Stielau y Van Ryssen (1981), la mayor concentración de Cu en ovejas se encuentra en el hígado, que, en función de la cantidad de Mo, va desde las 660 a las 987 ppm (Tabla 1). A continuación le siguen la corteza renal (26 – 236 ppm), el corazón (18,8 – 27,4 ppm), los pulmones (11,5 – 17,4 ppm), los músculos esqueléticos (4,6 – 6,1 ppm) y, por último, el bazo (2,2 – 13,0). Sin embargo, el aumento de la concentración de Cu en los tejidos no es lineal a medida que aumenta el Mo de la dieta tal y como se observa para el hígado, los músculos o el bazo.

Tabla 1. Contenido de Cu en tejidos de ovejas alimentadas con una dieta que contiene 80 mg de Cu y de 0,06 a 60,3 ppm de Mo (Stielau y Van Ryssen, 1981)

Tejido	Mo dieta (ppm)			
	0,06	21,4	39,6	60,3
Hígado	987,0	812,0	660,0	835,0
Corteza renal	26,0	26,0	94,0	236,0
Corazón	18,8	18,8	22,6	27,4
Pulmones	11,5	11,5	12,5	17,4
Médula renal	8,2	8,4	14,9	40,4
Músculos esqueléticos	5,0	4,6	5,6	6,1
Bazo	2,2	4,1	3,7	13,0

A diferencia del Cu, el Mo se almacena principalmente en la corteza renal, llegando a presentarse concentraciones de 1,7 ppm a 136,5 ppm, para 0,06 y 60,3 ppm de Mo en la dieta, respectivamente (Tabla 2). Como en el caso del Cu, también hay una elevada acumulación de Mo en el hígado (2,5 – 21,2 ppm). La concentración de Mo en los tejidos está directamente relacionada con la ingesta del mismo. Es decir, un incremento en la dieta implica un aumento de la retención de Mo en los distintos tejidos.



Tabla 2. Contenido de Mo en tejidos de ovejas alimentadas con una dieta que contiene 80 mg de Cu y de 0,06 a 60,3 ppm de Mo (Stielau y Van Ryssen, 1981)

Tejido	Mo dieta (ppm)			
	0,06	21,4	39,6	60,3
Hígado	2,5	5,6	11,0	21,2
Corteza renal	1,7	6,5	54,7	136,5
Médula renal	1,4	2,3	7,1	24,1
Pulmones	0,6	1,2	2,4	6,2
Bazo	0,2	0,8	3,4	11,3
Corazón	0,1	0,4	1,2	1,7
Músculos esqueléticos	0,2	0,2	0,4	0,9

INTERACCIONES

La interacción más importante del Cu con otros minerales es la que ocurre con el Mo, de manera que para una misma ingestión de Cu puede darse una intoxicación dependiendo de la cantidad de Mo existente. En concreto, pueden presentarse problemas cuando se tienen concentraciones de Mo por debajo de 2 ppm o por encima de 7 ppm (Church, 1988). Además, para evitar un exceso de Cu (mayor de 15 ppm) es preciso eludir niveles de Mo fuera del rango de 1–3 ppm (Bach y Devant, 2004). Asimismo, existen interacciones con el azufre (S) de manera que Cu y Mo se asocian íntimamente en una fracción de la proteína del plasma cuya formación depende de que vaya aumentando el SO_4 de la dieta (Bremmer y Young, 1978). Dowdy y Matrone (1995) observaron que al alimentar ovejas con dietas con bajos niveles de Cu y niveles variables de Mo y sulfato sólo se producían anemias en los animales que consumían dietas con Mo. Según Dick *et al.* (1975), los efectos interactivos entre Cu, Mo y S tienen lugar primero en el rumen y después en los tejidos. La reducción de SO_4 a sulfuro por los microorganismos del rumen va seguida por la reacción de este sulfuro con Mo para formar tiomolibdenato. El tiomolibdenato se combina en el rumen con Cu limitando así su absorción. El tiomolibdenato adicional que no se combina con Cu en el rumen es absorbido, pasa a la corriente sanguínea y moviliza el Cu de los tejidos aumentando el nivel de Cu en plasma. Además, el Cu presenta interacciones con otros nutrientes. Así, un aumento del porcentaje de proteína de la dieta disminuye la solubilidad del Cu en rumen y abomaso (Church, 1988). Asimismo, los suplementos de Selenio (Se) aumentan los niveles de Cu en los órganos, la sangre y la lana de los corderos. Los de cobalto (Co) reducen la ganancia de peso y la concentración de Cu en hígado y los de Zinc (Zn) disminuyen la probabilidad de intoxicación por Cu (Church, 1988). Sin embargo, los antagonistas del Cu varían en función de la estación del año. Así, el Mo alcanza el máximo en primavera llegando incluso a duplicarse durante la estación de pastoreo. La concentración de S disminuye con la maduración de la planta mientras que la de Cu aumenta.

Según Jimeno *et al.* (2001), los niveles de Cu en la dieta deben estar entre 7 y 10 ppm (en materia seca), siempre y cuando los niveles de Mo no sean superiores a 1 ppm/kg de la dieta (MS). Si la concentración de Mo es muy superior a 1 ppm, los niveles de Cu en la dieta deberían aumentarse a valores de entre 15 y 20 ppm. Sin embargo, la normativa de la Unión Europea (Reglamento CE 479, 2006) prohíbe administrar más de 15 ppm de Cu (MS) para evitar posibles problemas de toxicidad crónica o de contaminación medioambiental por metales pesados. Bach y Devant (2004) recomiendan valores superiores a 10 ppm de Cu cuando el Mo es mayor de 1 ppm. En el caso del Mo no se han descrito las necesidades salvo las relacionadas con el Cu que han sido mencionadas anteriormente. Las necesidades de Cu son máximas en los picos de lactación, en momentos de crecimientos elevados o en situaciones de estrés, por lo que las recomendaciones deberán reconsiderarse en función de cada caso en particular.



FUNCIONES FISIOLÓGICAS

Entre las principales funciones del Cu están la síntesis de prostaglandinas y de melanina. Asimismo, interviene en la formación de elastina aórtica fijando la adenina a las membranas mitocondriales y en el metabolismo del hierro (Fe). Además, protege las células contra los radicales libres y, por tanto, contra la oxidación.

El Mo es importante para la formación y la actividad de la xantina – oxidasa (enzima que interviene en la síntesis de ácido úrico), la aldehído – oxidasa (enzima que oxida aldehídos, aminos y sulfuros en el hígado) y la sulfito – oxidasa (enzima que oxida sulfitos en el hígado). Asimismo, el Mo es necesario para conseguir crecimientos adecuados y para que se produzca la oxigenación celular y el metabolismo de las purinas y el Fe.

ABSORCIÓN Y EXCRECIÓN

Aunque se sabe que el Cu se absorbe en varios tramos del tracto digestivo desde el estómago al intestino grueso, en rumiantes la absorción se produce principalmente en duodeno y yeyuno siendo muy variable (30-60%). La absorción del Mo se produce tanto a nivel de abomaso como de intestino delgado. La absorción intestinal de Cu está regulada por las metalotioneínas en función de las necesidades del organismo. Así, mantener un nivel adecuado, el cordero lactante absorberá un 70-85% del Cu ingerido mientras que el cordero ya destetado absorberá en torno a un 10%.

La excreción de ambos se produce principalmente por las heces: un 80 – 92% para el Cu y un 90 – 95% para el Mo (Church, 1988). Por la orina se excretan un 1 – 3% de Cu y un 2 – 4% de Mo (Church, 1988).

PROBLEMAS POR DEFICIENCIA

La deficiencia de Cu puede causar anemia dado que es indispensable para el metabolismo del Fe. Otra patología común causada por la deficiencia de Cu es la acromotriquia que es la pérdida de color de la lana debida a la mala síntesis de melanina. Asimismo, se produce una pérdida en la estructura de la lana debido a la deficiencia de queratina. También es común la ataxia enzoótica que consiste en una formación inadecuada de la mielina a nivel del sistema nervioso central en borregos cuyas madres sufren hipocuprosis crónica (Bouda y Quiroz-Roncha, 2001). Asimismo, deficiencias de Cu aumentan la predisposición a enfermedades infecciosas, afecciones cardiovasculares, crisis hemolíticas e, incluso, la muerte súbita. Si junto al déficit de Cu existe una deficiencia de Mo podría haber problemas de infertilidad debido a la aparición de ovarios quísticos o retrasos en la pubertad. En cambio, si existe un exceso de Mo pueden aparecer diarreas debido a la atrofia de las vellosidades intestinales.

PROBLEMAS POR EXCESO

El envenenamiento por Cu presenta tres etapas. En la primera etapa se produce una acumulación progresiva de Cu en el hígado sin que se observen síntomas externos. Durante la segunda etapa, aumenta la concentración de Cu en sangre y de bilirrubina en plasma disminuyendo la función hepática, pudiéndose producir daños en el corazón. En la tercera etapa tiene lugar una crisis hemolítica cuyos síntomas incluyen respiración acelerada, temperatura elevada, torpeza, anorexia, deshidratación, sed aguda, dolor abdominal, ictericia y hemoglobinuria. Los animales mueren de dos a cuatro días después del inicio de estos síntomas, aunque algunas razas, como la Merina, son más resistentes que otras (Church, 1988). Por otro lado, el ganado ovino es bastante resistente a la molibdenosis llegando a soportar niveles en plasma de 20 a 40 veces el nivel normal. Sin embargo, los efectos adversos causados por excesos de Mo tienen lugar con menores niveles de Mo en rumiantes que en monogástricos (Dowdy y Matrone, 1995). La intoxicación por Cu es más frecuente en ovejas alimentadas con concentrado que con pasto debido a que independientemente del contenido en Cu del pasto, la disponibilidad del mismo en los cereales es aproximadamente 10 veces mayor.



MATERIAS PRIMAS FRECUENTEMENTE UTILIZADAS EN OVINO

Las raciones que se dan a las ovejas son diferentes en función de su productividad y estadio productivo. Sin embargo, en general las materias primas más utilizadas son la harina de soja, los DDGS de cebada, la pulpa de remolacha, el trigo y el maíz, aunque variarán según su coste en cada ración. En la tabla 3 se muestra el contenido en Cu según FEDNA (2003) para algunas de las materias primas más comúnmente utilizadas en los piensos para ovejas.

Tabla 3. Concentraciones de Cu de las materias primas más comúnmente utilizadas en piensos para ovejas (FEDNA, 2003)

Materia prima	Cu (ppm)
Harina soja 44%, PB	19
DDGS cebada	18
Pulpa remolacha	15
Trigo blando nacional	6
Maíz nacional	3

El contenido de Cu de las materias primas comúnmente utilizadas en alimentación ovina está comprendido entre 5 y 20 ppm, siendo los cereales las materias primas con menor contenido en Cu (Clark *et al.*, 1993; FEDNA, 2003) aunque su disponibilidad es muy elevada. La disponibilidad del Cu es muy variable pero, en general, es mayor en fuentes animales o inorgánicas que en vegetales debido a la presencia de fitatos. Dadas las bajas necesidades de Cu en ovino, la mayoría de los piensos o forrajes son capaces de cubrir las necesidades diarias por lo que no sería necesario añadir ningún suplemento de Cu. Sin embargo, en el caso de serlo, el óxido y el sulfato de Cu son las dos fuentes predominantes, aunque también puede usarse el carbonato de Cu siendo su disponibilidad intermedia. El metal Cu es totalmente indisponible.

CONCLUSIONES

La relación entre Cu, Mo y S es tan estrecha que resulta necesario estudiarlos de manera conjunta. Por un lado, tanto si la ingesta de Mo es inferior a 2 ppm como superior a 7 ppm y la cantidad de S es superior al 0,5%, la acumulación de Cu disminuye a nivel hepático, movilizándose sus reservas y aumentando su cantidad en plasma. Dada la alta toxicidad que puede provocar el Cu en el ganado ovino, la normativa de la Unión Europea prohíbe administrar más de 15 ppm en materia seca. En general, dadas las bajas necesidades de Cu en el ganado ovino no es necesario añadir ningún suplemento de este mineral en el pienso.

BIBLIOGRAFÍA

- Bach, A., Devant, M. 2004. FEDNA, 12: 327-343.
Berger, L.L. 1991. Copper toxicity in sheep. PhD. University of Illinois.
Bouda, J., Quiroz-Roncha, G.F. 2001. Vet – Méx., 32(4): 289-296.
Bremner, I.F., Young, B.W. 1978. Brit. J. Nutr., 39: 325.
Church, D.C. 1988. The ruminant animal: Digestive physiology and nutrition. Prentice-Hall, Inc. pp 397-408.
Clark, T.W., Du, Z., Hemken, R.W. 1993. Copper: It's role in animal nutrition. T. Lyons Ed. pp 35-39.
Demars, L.C.S., Reeves P.G. 2006. J. Nutr. Biochem., 9(17): 635-642.
Dick, A.T., Dewey, D.W., Gawthorne, G.M. 1975. J. Agr. Sci., 85: 576.
Dowdy, R.P., Matrone, G. 1995. J. Nutr., 95: 191-196.
FEDNA. 2003. Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos. De Blas, C., Mateos, G.G., García, P., ed. Fund. Esp. Desarrollo Nutr. Anim., Madrid, España.
Hove, S.S., Johnson, M.A. 1986. J. Nutr., 116: 1225-1238.
Jimeno, V., Castro, T., Rebollar, P.G. 2001. FEDNA, 17: 131-160.
Reglamento CE 479. 2006. Diario Oficial de la Unión Europea, 86: 4-5.
Stielau, W.J., Van Ryssen, J.B.J. 1981. Br. J. Nutr., 45: 203-210.



ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA EN POBLACIONES DE *Brassica montana* Pourret DE LA PENÍNSULA IBÉRICA MEDIANTE MARCADORES ISSR

Fernández, Juan Gabriel

Departamento de Biología Vegetal. E.T.S.Ingenieros Agrónomos.Universidad Politécnica de Madrid.
Correo electrónico: jg.fernandez@alumnos.upm.es

RESUMEN

Brassica montana es una especie muy cercana a *B. oleracea*, con la que comparte el número cromosómico básico ($n=9$). Las poblaciones de *B. montana* en la Península Ibérica se localizan exclusivamente en la zona costera de Girona y con menor frecuencia en zonas algo más interiores de Girona y Barcelona. En el presente trabajo se han utilizado cinco cebadores ISSR (inter-simple sequence repeat) para realizar un análisis de la variabilidad genética en 11 poblaciones de *B. montana*. Dichos cebadores han proporcionado 51 bandas analizables, de las que 44 (86,3%) fueron polimórficas. La estructura genética de las poblaciones se ha estudiado mediante un análisis de agrupamientos, así como con un análisis de la varianza molecular. En el análisis de agrupamientos los individuos tienden a agruparse por poblaciones, habiéndose obtenido unos elevados valores de variación genética debida a diferencias entre poblaciones (43,5%). Esta fuerte diferenciación genética podría ser explicada por aislamiento geográfico de las mismas.

Palabras clave: *Brassica montana*, inter-microsatélites, conservación

INTRODUCCIÓN

Brassica montana Pourret (Familia Brassicaceae, Tribu Brassiceae) es una especie estrechamente emparentada con *B. oleracea* L., con la que comparte numerosos caracteres morfológicos, además del número cromosómico básico $n=9$. De hecho, aparece citada en numerosas ocasiones como subespecie de *B. oleracea* (Snogerup 1980; Gladis & Hammer 2001). Sin embargo, se diferencia de ésta en ser completamente glabra y presentar un porte menos vigoroso. Su distribución se restringe al área mediterránea, concretamente en los acantilados de la costa noreste de la Península Ibérica, zonas algo más interiores de Girona y Barcelona, algunos puntos de la costa meridional de Francia y el norte de Italia. Las poblaciones de la Península Ibérica, salvo raras excepciones, se encuentran en zonas donde la presión antrópica ocasiona una gran degradación de su hábitat (Gómez-Campo et al., 2007).

En el presente estudio, se ha analizado la diversidad genética de 11 poblaciones de *B. montana* de Girona y Barcelona con marcadores moleculares del tipo ISSR (inter-simple sequence repeat; Zietkiewicz et al., 1994). Esta técnica permite estimar la diversidad genética a nivel inter- e intrapoblacional sin conocer información previa del genoma de la especie, tal y como ya ha sido demostrado en diferentes especies de crucíferas, incluyendo *B. oleracea* (Martín & Sánchez-Yélamo, 2000; Panda et al., 2003). El objetivo principal de este trabajo es conocer la diversidad genética existente en las poblaciones de *B. montana*, y evaluar de este modo su grado de aislamiento, el cual puede empeorar su ya de por sí incierto estado de conservación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diez poblaciones de la costa de Girona y una de Pineda de Mar (Barcelona) fueron estudiadas (Tabla 1), seleccionando diez individuos por población. El material foliar colectado fue congelado a -80°C hasta la extracción del ADN. Dicha extracción se llevó a cabo utilizando el "NucleoSpin Plant Kit" (CLONTECH Lab., Inc.). El ADN extraído fue cuantificado en gel de agarosa al 1,2% comparando la intensidad de las bandas con



concentraciones conocidas del fago lambda. A continuación se prepararon diluciones de trabajo de 10 ng/μl en agua destilada y estéril.

Tabla 1. Poblaciones de *Brassica montana* estudiadas, coordenadas geográficas y códigos utilizados para cada una de ellas.

Población	Longitud (E)	Latitud (N)	Código individuos
El Pastoral	2°36'37"	41°59'00"	Bm-A_1 a Bm-A_10
San Martí de Llémene	2°38'42"	42°01'54"	Bm-B_1 a Bm-B_10
Roc dels Corbs (Parc del Montnegre i el Corredor; Pineda de Mar)	2°38'6"	41°39'28"	Bm-C_1 a Bm-C_10
Cala Giverola - Cala Futadera	2°57'15"	41°44'21"	Bm-D_1 a Bm-D_10
Cala Salionc	2°57'59"	41°44'51"	Bm-E_1 a Bm-E_10
Platja de Vallpresona	2°58'18"	41°45'13"	Bm-F_1 a Bm-F_10
Platja del Sr. Ramón	2°58'31"	41°45'24"	Bm-G_1 a Bm-G_10
Punta de Cap Mort	3°02'53"	41°46'59"	Bm-H_1 a Bm-H_10
El Golfet	3°10'44"	41°52'49"	Bm-I_1 a Bm-I_10
Cap Sant Sebastià	3°12'12"	41°53'50"	Bm-J_1 a Bm-J_10
Cap Norfeu	3°14'55"	42°14'36"	Bm-K_1 a Bm-K_10

Después de una prueba inicial con 30 de los 100 cebadores del set #9 de la Universidad British Columbia (UBC, Vancouver, Canada), cinco de ellos fueron seleccionados para el presente estudio (Tabla 2), considerando el número y el polimorfismo de los fragmentos amplificados. Las condiciones de amplificación mediante PCR fueron las descritas en Martín & Sánchez-Yélamo (2000). Los productos amplificados fueron resueltos en un gel de agarosa al 2%, posteriormente teñido con bromuro de etidio y fotografiado bajo luz ultravioleta. El tamaño de las bandas fue estimado con ayuda de un marcador en escalera de 100 pb (Pharmacia).

Tabla 2. Secuencias de los cebadores ISSR utilizados, temperatura de hibridación, número de fragmentos analizados y tamaño de los mismos (en pares de bases, pb) obtenidos para cada cebador en los 110 individuos de las 11 poblaciones de *B. montana* estudiadas.

Cebador ISSR		Temperatura de hibridación (°C)	Nº de fragmentos analizados	Rango de fragmentos analizados (pb)
Código	Secuencia*			
UBC835	(AG) ₈ YC	52	11	750 – 360
UBC841	(GA) ₈ YC	53	4	1.030 – 800
UBC889	DBD(AC) ₇	53	12	1.190 – 460
UBC890	VHV(GT) ₇	53	14	1.650 – 340
UBC891	HVH(TG) ₇	52	10	1.650 – 550

* Y = Pirimidina, B = no Adenina, D = no Citosina, H = no Guanina, V = no Timina.

Las bandas amplificadas fueron analizadas en base a su presencia/ausencia, es decir, como marcadores dominantes. Se construyó una matriz de 1 y 0, a partir de la cual se



obtuvo una matriz de similitudes usando el coeficiente de Dice (Dice, 1945). Con dicha matriz se generó un dendrograma basado en el algoritmo UPGMA (*Unweighted pair group method with arithmetical averages*), usando las opciones SHAN-clustering y TREE del paquete de software NTSYS-pc version 2.2 (Rohlf, 2009). Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis molecular de la varianza (AMOVA; WINAMOVA version 1.55, Excoffier et al., 1992) para estimar las diferencias genéticas inter- e intrapoblacionales. La distancia entre pares de individuos se calculó como $D=100(1-S)$, donde S es el estimador de similitud de Dice (Dice, 1945). También fueron calculadas las distancias PhiST entre pares de poblaciones. En todos los casos, los niveles de significación fueron computados mediante procedimientos permutacionales (2000 permutaciones). Asimismo, se analizó la correlación entre las distancias genéticas (valores PhiST) y las distancias geográficas entre las poblaciones mediante un test de Mantel.

RESULTADOS

Los cinco cebadores ISSR utilizados generaron un total de 51 fragmentos analizables en los 110 individuos estudiados, con tamaños en el rango de 340-1650 pb (Tabla 2). De ellos, el 86,3% (44 bandas) proporcionaron información polimórfica. El cebador UBC890 fue el que presentó mayor número fragmentos analizados, mientras que el UBC841 sólo generó 4 bandas analizables (Tabla 2).

El dendrograma UPGMA obtenido para los 110 individuos (Figura no mostrada) agrupa a las poblaciones de Pineda de Mar (Bm-C) y El Pastoral (Bm-A), lo cual resulta llamativo debido a la distancia geográfica que las separa, y sobre todo porque la primera es una población más costera mientras la segunda es de interior. En un segundo agrupamiento, se puede observar entremezclados los individuos de las poblaciones costeras del sur y centro de Girona (Bm-D a Bm-J). Mientras que las poblaciones de Cap Norfeu (Bm-K) y San Martí de Llémna (Bm-B) quedan claramente separadas del resto de poblaciones, así como entre ellas. Por otra parte, la matriz de distancias PhiST entre poblaciones permitió construir el dendrograma UPGMA que se muestra en la Figura 2. Nuevamente, se puede observar una mayor proximidad entre las poblaciones costeras del sur y centro de Girona, quedando más alejada la población de Cap Norfeu (situada en la costa norte de Girona). Asimismo, las dos poblaciones de interior (Bm-A y Bm-B) y la población de Barcelona (Bm-C) quedan más separadas del resto, por debajo del 50% de similitud.

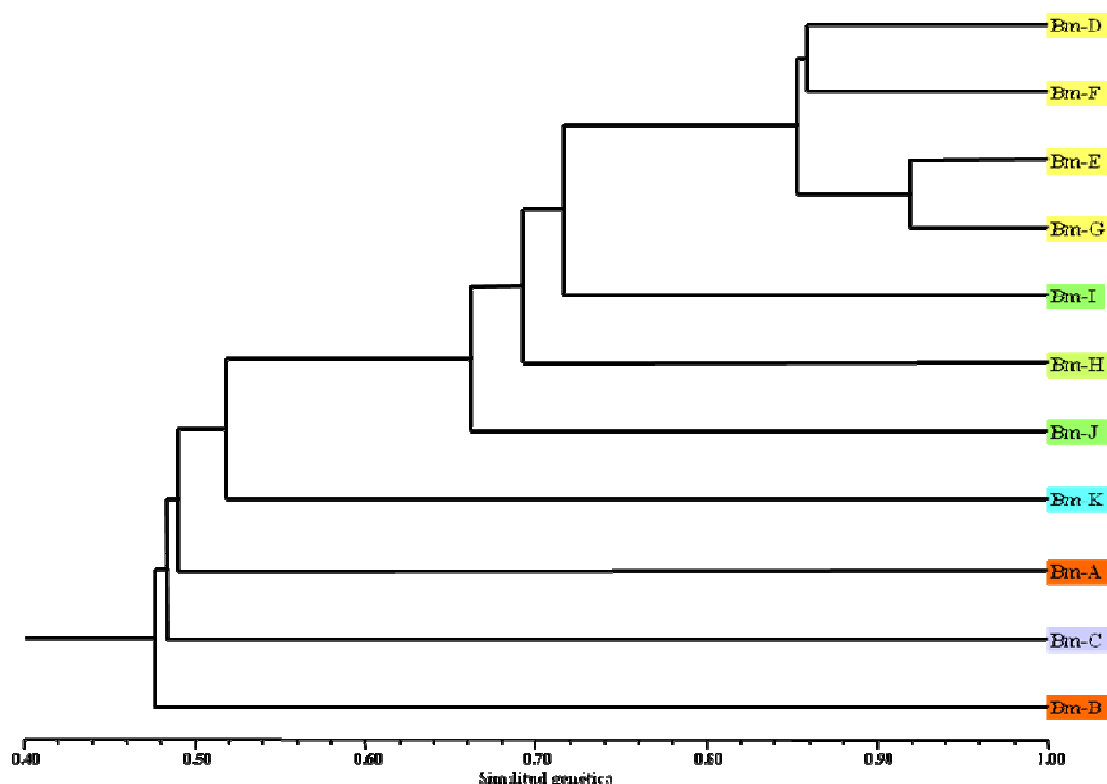
El análisis de la varianza molecular reveló la existencia de diferencias genéticas altamente significativas ($P<0,0005$) entre las poblaciones. De la varianza total, el 56,5% se explica por diferencias intrapoblacionales, mientras que el 43,5% restante se debe a divergencias entre las poblaciones. El test de Mantel mostró una significativa correlación ($r=0,781$; $P<0,001$) de las distancias genéticas (valores PhiST) entre pares de poblaciones y las correspondientes distancias geográficas. En general, todos estos resultados ponen de manifiesto la existencia de un importante aislamiento genético entre las poblaciones de *B. montana*, de manera que su estructura genética está significativamente relacionada con su distribución geográfica.

CONCLUSIONES

En el análisis de agrupamientos los individuos tienden a quedar agrupados por poblaciones, habiéndose obtenido unos elevados valores de variación genética debida a diferencias entre poblaciones (43,5%). Esta fuerte diferenciación genética podría ser explicada por aislamiento geográfico de las mismas, de modo que a consecuencia de ello el aislamiento genético de las poblaciones podría empeorar el estado de conservación de *B. montana* en la Península Ibérica, ya de por sí bastante amenazado por la acción del hombre. Por otra parte, parece existir una interesante relación entre la población de Pineda de Mar y la del interior en El Pastoral, lo que podría indicar la existencia de otras poblaciones interiores aún por describir.



Figura 2. Dendrograma de las 11 poblaciones de *B. montana* (Bm-A a Bm-K) estudiadas, obtenido mediante un análisis de agrupamientos UPGMA utilizando como coeficiente de similitud $S=1-\text{PhiST}$. Ver Tabla 1 para los códigos de las poblaciones. Los colores indican la proximidad geográfica.



AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado con un proyecto INIA: RF01-016. El desarrollo del mismo no hubiera sido posible sin el inestimable conocimiento de César Gómez-Campo y el trabajo de Sauris Panda. A Itziar y Juan Pedro agradecerles lo mucho que me ayudan y me enseñan no sólo como investigadores, y por confiar en mí. A Narcizo y César por su compañía en el departamento y su amistad sin fronteras.

BIBLIOGRAFÍA

- Dice L.R. 1945. Ecology, 26: 297-302.
Excoffier N.C., Smouse P.E., Quattro J.M. 1992. Genetics, 131: 479-491.
Gladis T., Hammer K. 2001. Genetic Resources and Crop Evolution, 48: 7-11.
Gómez-Campo C., Aguinalde I., Arús P., Jiménez-Aguilar C., Lázaro A., Martín J.P., Parra-Quijano M., Sánchez-Yélamo M.D., Simonetti E., Torres E., Torcal L., Tortosa M.E. 2007. Cruciferae Newsletter, 27: 32-35.
Martín J.P., Sánchez-Yélamo M.D. 2000. Theoretical and Applied Genetics, 101: 1234-1241.
Panda S., Martín J.P., Aguinalde I. 2003. Theoretical and Applied Genetics, 106: 1122-1128.
Rohlf F.J. 2009. NTSYS-pc version 2.2. Exeter Software, NY.
Snogerup S. 1980. In: Brassica crops and wild allies. S. Tsunoda, K. Hinata and C. Gómez-Campo (Eds.). Japan Scientific Societies Press, Tokyo. pp 121-132.
Ziekiewicz E., Rafalski A., Labuda D. 1994. Genomics, 20: 176-183.



CONTROL Y MANEJO DEL PARTO DE LA CERDA

Malla, María; Sánchez, Guillermo; Tajuelo, Alejandra

Departamento de Producción animal. E.T.SI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid
Correo electrónico: maria.malla.beltran@alumnos.upm.es, guillermo.sanchez.burgos@alumnos.upm.es,
a.tajuelo@alumnos.upm.es

RESUMEN

Existe la necesidad de asistir y controlar el parto de la cerda cuando se presenten ciertas complicaciones con el fin de evitar daños en la cerda así como disminuir la mortalidad de los lechones. Del mismo modo, los lechones neonatos necesitan atenciones específicas al nacer para asegurar su supervivencia y buen desarrollo en los primeros días de vida, para lo que se controlará su alimentación, comportamiento, higiene etc.

Palabras clave: cerda, parto, parto distócico

INTRODUCCIÓN

El objetivo de toda explotación porcina es obtener el máximo número de lechones por cerda alojada y año. Esto se logra optimizando todos los factores que inciden en la productividad numérica de la cerda (fertilidad y prolificidad). En este sentido, el cuidado y manejo de la cerda durante el parto es un momento crítico dentro de su ciclo reproductivo, donde ésta va a sufrir un fuerte estrés.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este informe corresponde a parte del trabajo de la asignatura de Zootecnia I, Bloque de reproducción, y es una descripción del manejo del parto en la cerda.

La cerda es una hembra poliéstrica todo el año, su ciclo ovárico dura aproximadamente 21 días, el celo 48 horas y el período de gestación 113-115 días. Durante la gestación hemos de ir preparando a la cerda para que alcance el momento del parto en la mejor condición corporal e higiénico-sanitaria posible, ya que de ello no solo va a depender su propia salud sino también la de su camada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ASISTENCIA Y CONTROL DEL PARTO

Normalmente la cerda no requiere la intervención del veterinario para parir, aunque sí es conveniente la presencia de personal cualificado para vigilar el parto, al menos durante los primeros momentos, ya que con ello vamos a conseguir disminuir la tasa de mortalidad.

Las circunstancias responsables de un parto distócico (con problemas) son:

1- Cuando transcurra demasiado tiempo entre las primeras contracciones y el nacimiento del primer lechón. En este caso será necesaria la introducción de la mano limpia y desinfectada hasta encontrar el primer lechón. Para realizarlo se utiliza un guante de plástico para reducir la contaminación y cualquier lubricante obstétrico que facilite la penetración y evite el daño a la cerda. Durante la introducción los dedos se mantendrán juntos, progresando a través del cérvix hasta la bifurcación del útero. Cuando se localiza el lechón debemos determinar su posición, a veces debemos recolocarlo dentro del canal



para poder sacarlo. El tiempo de estas operaciones no debe ser muy prolongado ya que podemos ocasionar daños a la cerda.

Cuando se trata de lechones pesados podemos necesitar alguna cuerda de nylon para agarrar al lechón y poder tirar de él. Siempre con el máximo cuidado para no lesionar ni al lechón ni a la cerda. (Ian Gordon, 1997)

2- Cuando existe cierta presión ejercida por el intestino repleto de heces duras sobre el canal pélvico estrechando su luz. En este caso debemos aplicar un enema a la cerda.

3- Cuando la vejiga urinaria está completamente repleta y que igualmente presiona sobre el canal del parto. Entonces podemos sondar a la cerda para que orine.

4- Cuando encontramos un canal de parto retorcido. Para estas situaciones es conveniente que la cerda se ponga en pie y hacerla caminar por los alrededores de la sala de parto.

5- Cuando el tiempo transcurrido entre la expulsión de un lechón y el siguiente se dilate demasiado. El intervalo de tiempo entre lechones consecutivos es aproximadamente 15 minutos. Cuando el intervalo supera los 30-40 minutos podríamos pensar que hay algún lechón cruzado, con lo cual habría que actuar. En caso de que se deba a una falta de contracciones uterinas administraremos hormona oxitocina cuando ya al menos haya nacido un lechón.

En el parto, sólo se debe prestar ayuda cuando los signos indiquen que no es posible la expulsión de los lechones de forma natural y siempre se deben tener en cuenta tres consideraciones: máxima delicadeza, máxima higiene y mínima duración. (Ian Gordon, 1997)

PRIMEROS CUIDADOS DEL LECHÓN.

El lechón nace con deficiencias fisiológicas y un escaso peso corporal. Sus reservas corporales en forma de lípidos son escasas, siendo el glucógeno hepático y las proteínas musculares las únicas fuentes energéticas para mantener la temperatura corporal, por lo que el lechón debe ingerir rápidamente el calostro tras el nacimiento.

Entre las principales prácticas de manejo que debemos llevar a cabo tras el nacimiento de los lechones podemos destacar las siguientes:

a) Secado del lechón: Con un paño o una esponja secaremos al lechón de las envolturas fetales y líquidos amnióticos. Limpiaremos la boca y el hocico para facilitarles la respiración. Normalmente, nacen envueltos en las membranas fetales, de las cuales ellos mismos se liberan, ya que las madres no lamen a las crías tras el parto. Cuando los esfuerzos para liberarse de las mismas son insuficientes los lechones pueden morir asfixiados. Alrededor del 70% de las muertes neonatales ocurren durante la última fase de expulsión.

b) Reanimación de los lechones: Muchos de los lechones que nacen aparentemente muertos por asfixias se pueden reanimar. Para facilitar las primeras respiraciones, podemos agarrar las patas de los lechones llevándolas hacia el abdomen, a la vez que dirigimos la cabeza hacia abajo para que expelan las mucosidades. También se puede frotar vigorosamente el abdomen del lechón o realizar maniobras de respiración asistida con alguna cánula. (A.Quiles, M.L.Hevia, 2008)

c) Corte y desinfección del cordón umbilical: El 70% de los lechones permanece con el cordón umbilical intacto tras el parto, rompiéndose por efecto de los movimientos del



lechón o de la cerda. Tan pronto como se pueda se pinzará y desinfectará. Controlaremos que no haya ombligos lesionados o sangrantes.

d) Colocar al lechón en el nido hasta que haya finalizado por completo el proceso del parto y comience el ciclo del amamantamiento: El estado de histerismo de la cerda puede provocar que aplaste y pise a los lechones, e incluso el canibalismo hacia sus propios hijos. Para comprobar que este estado ha remitido colocaremos un lechón para que inicie el amamantamiento y observaremos si se produce el vínculo materno-filial.

e) Supervisar la toma de calostro: La camada ha de tomar el calostro cuanto antes para que pueda recibir la inmunidad pasiva necesaria para hacer frente a determinados problemas infecciosos. Además les proporcionará la energía digestible necesaria para mantener el vigor muscular en las primeras horas.

Es habitual la disminución en la producción láctea (hipogalactia). Hemos de solucionarlo rápido para evitar una elevada mortalidad en los lechones. Es aconsejable reducir la ingesta de pienso hasta que se restablezca el flujo normal de la leche

Si los lechones son incapaces de iniciar solos el amamantamiento, deberían tomar el calostro en biberón o bien mediante una sonda gástrica. Si el calostro sale por la boca del lechón, sacaremos la sonda rápidamente, colocando al lechón boca abajo para que fluya el exceso de líquido, evitando que haga una aspiración hacia los pulmones.

Las cerdas se pueden ordeñar manualmente y la congelación del calostro debe hacerse lo antes posible. La descongelación se hará a baño maría a 39º de forma lenta, para evitar la desnaturalización de las inmunoglobulinas.

Los reemplazantes lácteos para lechones cubren las necesidades nutricionales pero carecen de anticuerpos, por lo que se necesita incorporar antibióticos para prevenir el crecimiento y desarrollo de microorganismos patógenos. El uso de estas leches artificiales requiere rigurosas normas de higiene para que los lechones no tengan diarreas.(A.Quiles, M.L.Hevia,2004)

f) Eliminar lechones de menos de 800 g, ya que el porcentaje de supervivencia será muy bajo.

g) Administración de hierro: Se realiza un aporte externo de hierro de entre 7 y 15 mg al día para no ver retrasado el crecimiento de los lechones.

h) Corte de colas y colmillos: La sección parcial de los dientes, se deberá realizar en el plazo de los siete días siguientes al nacimiento, para evitar lesiones en las mamas de la cerda. El corte de cola se realizará en el mismo periodo y si se sobrepasase se llevará a cabo mediante anestesia con la ayuda de un veterinario

i) Identificación de los lechones mediante crotales.

j) Tratamiento y vigilancia de los lechones con el síndrome de splay-leg. Suele ocurrir en el 2% de los nacimientos. Los lechones nacen con las patas abiertas por falta de madurez en las fibras musculares, por lo que les es difícil levantarse, andar y, por tanto, alimentarse.

Para el tratamiento existen las siguientes técnicas:

- Técnica del masaje de Blackburn: consiste en masajear durante 6-8 minutos la zona lumbar y los jamones para hacer fluir el riego sanguíneo, activando a su vez las



terminaciones nerviosas. Se puede repetir 3 ó 4 veces durante el primer día, hasta que el lechón logre ponerse en pie, andar y dirigirse hacia las mamas de la cerda por sí solo.

- Encintado de las extremidades posteriores mediante esparadrapo y gomas de caucho, por encima de la articulación metatarsiana, de forma que las patas queden separadas unos 4–7 cm. El encintado se retirará a los 2-3 días, una vez que se ha activado el aparato locomotor. Durante el proceso observaremos al lechón por si es preciso prestarle ayuda a la hora de mamar. Se podría realizar un segundo encintado, con el fin de incapacitar la movilidad del lechón, este encintado no debe permanecer más de 3-4 horas, periodo durante el cual el lechón hará verdaderos esfuerzos por librarse del mismo estimulando las terminaciones nerviosas afectadas, recuperando el control sobre las extremidades posteriores rápidamente.

k) En caso de lechones muy endebles y poca vitalidad se puede **administrar glucosa** mediante inyecciones subcutáneas de 10 ml de solución glucosada al 5%.

l) Castración. La técnica más frecuente es la castración quirúrgica. Se realiza mediante uno o dos cortes en el escroto y eliminación de los testículos. Para esta operación no se necesitará anestesia si se realiza en la primera semana de vida del lechón. En caso contrario la ley vigente obliga a la supervisión por un veterinario.

La inmunocastración está cobrando cada vez más protagonismo. Consiste en la inmunización activa de los cerdos frente a la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), mediante la aplicación de dos dosis de una vacuna durante la fase de cebo, que ha demostrado ser muy eficaz en la inhibición del desarrollo sexual del macho.

CONCLUSIONES

Este informe detalla los procedimientos para asistir a la cerda en caso de complicaciones en su parto, enumerando los distintos problemas que se pueden presentar y la manera de resolverlos. También describe detalladamente los cuidados que tendremos que proporcionar a los lechones recién nacidos para garantizar su crecimiento y desarrollo en los primeros días de vida que constituyen el periodo más crítico.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer la oportunidad brindada por el comité organizador del II Congreso de Estudiantes Universitarios de Ciencia, Tecnología e Ingeniería Agronómica de participar en esta actividad como complemento a nuestra formación académica, así como a nuestra tutora María Remedios Alvir Morencos, profesora Titular de Universidad, del departamento de Producción Animal de la E:T:S:I:Agrónomos de Madrid por la ayuda prestada para la elaboración del trabajo y su dedicación

BIBLIOGRAFÍA

- Daza Argimiro, 1992. Manejo de la reproducción en el ganado porcino.
Faccenda Marco. Patología post-parto de la cerda (10-02-2006)
http://www.3tres3.com/sala_parto/ficha.php?id=1072
Gordon Ian, 1997. Reproducción controlada del cerdo.
Quiles Sotillo Alberto, María Luisa Hevia Méndez, 2004. Manejo de la cerda durante el parto. Revista "Producción animal" nº197 , páginas 6-11.
Quiles Sotillo Alberto, María Luisa Hevia Méndez, 2007 Manejo y alimentación de la cerda.
Quiles Sotillo Alberto, María Luisa Hevia Méndez, 2008. Manejo de la sala de partos. Revista "Producción animal" nº245 , páginas 10-19.



DEL LABORATORIO TRADICIONAL DE FÍSICA AL LABORATORIO VIRTUAL

Romero, Carlos

Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

Correo electrónico: carlosromero@alumnos.upm.es

RESUMEN

Tradicionalmente, el laboratorio de Física ha sido el lugar donde se ha desarrollado la experimentación de todos los campos que comprende esta disciplina. Sin embargo, el laboratorio tradicional presenta ciertas limitaciones técnicas y/o económicas para el desarrollo de algunas prácticas. Asimismo, algunos experimentos conllevan un peligro que hace imposible su desarrollo en condiciones normales. La implementación de un laboratorio virtual a través de la creación de simulaciones con el programa Modellus salva estas dificultades y presenta numerosas ventajas, si bien no pretende suplantar al laboratorio tradicional. Las simulaciones creadas con Modellus recrean fenómenos físicos de forma sencilla y didáctica que permiten al alumno intervenir en el proceso representado, modificando los valores de las principales variables incluidas en el modelo matemático o bien deteniendo la visualización del proceso estudiado en cualquier momento, lo cual puede no ser posible en la realidad. Además presenta una ventaja didáctica, ya que los alumnos pueden realizar sus propias simulaciones y de esta forma comprobar su grado de aprendizaje de los distintos conceptos físicos. Por último, estas simulaciones pueden ser incorporadas en Internet con lo que el alumno puede acceder a ellas en cualquier lugar y momento, destacando su posible uso, como complemento, en las clases teóricas.

Palabras clave: *Modellus, simulaciones, física*

INTRODUCCIÓN

Puede decirse que cada avance en capacidad tecnológica e información científica ha estado siempre precedido (desde los remotos tiempos egipcios y mesopotámicos hasta nuestros días) por el desarrollo de la instrumentación adecuada para observar y medir lo hasta entonces desconocido (Mateo P.L., 2003). Es precisamente la observación de los fenómenos naturales lo que nos lleva al conocimiento de unos entes abstractos (Amaya et al., 2006) que, con la ayuda de magnitudes físicas (básicamente tres en Física clásica o newtoniana: la longitud, la masa y el tiempo), podemos medir y por tanto comparar. El papel desempeñado por el laboratorio tradicional de Física ha sido, por tanto, el de dar cabida a toda la instrumentación científica necesaria para poder realizar las mediciones físicas oportunas y, así, permitir que esta disciplina cumpla con sus dos cometidos principales: la investigación y la docencia. La función docente de la Física, entendiendo como tal la formación de futuros profesionales, ha sido en muchos casos el motor de la búsqueda de una instrumentación más sencilla de manejar, más económica o simplemente aquella que permitiera comprender, de la manera más fácil posible, el fenómeno físico estudiado. Si bien es cierto que la labor realizada por el laboratorio tradicional ha sido incuestionable, hoy en día nos encontramos con una serie de prácticas cuya ejecución resulta inabordable en el marco tradicional ya sea por su coste, por el peligro que entrañan o por el hecho de que resultan materialmente imposibles de realizar cuando se quiere introducir en ellas variantes que ayuden a la comprensión de los fenómenos descritos. Con el fin de salvar estas dificultades sin utilizar alternativas ya desarrolladas y sin pretender en ningún momento negar la conveniencia y el interés de seguir trabajando en el laboratorio tradicional, este trabajo pretende presentar algunas de las simulaciones virtuales de elaboración propia creadas con un software de reciente aparición.

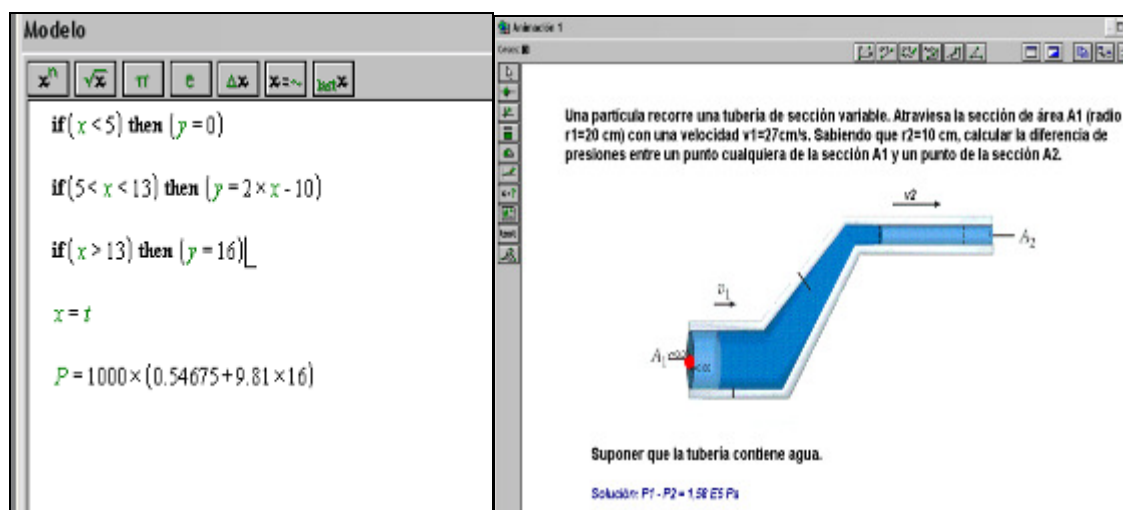


MATERIAL Y MÉTODOS

Para la elaboración de las simulaciones que se describen en este trabajo, se eligió el uso del software Modellus Versión 2.5 (Duarte V.T., 2002; <http://modellus.fct.unl.pt/>). Se trata de un software libre, disponible para cualquier estrategia didáctica. El software Modellus permite la representación, en dos dimensiones, de fenómenos físicos a través de unas animaciones que permiten la inclusión de imágenes, objetos y representaciones gráficas (rectas, ejes, polígonos y/o vectores). Estas animaciones son el resultado visual de un modelo matemático introducido en otra ventana. A la hora de ejecutar la animación, el modelo puede ser ocultado de manera que la persona que usa la simulación se concentra en la animación en sí, y por tanto en el desarrollo del fenómeno físico estudiado.

Para la aplicación del software Modellus, no es necesario tener conocimientos avanzados de programación puesto que las ecuaciones matemáticas se escriben tal y como se escribirían sobre papel. En cuanto al resto de funciones que ofrece el programa, son todas de fácil comprensión y uso. Sin embargo, antes de crear las simulaciones, es necesario dominar los conocimientos básicos de la materia que se pretende explicar para así, poder desarrollar animaciones que expliquen, de la forma más clara y precisa posibles, los conceptos a impartir e igualmente, construir una biblioteca de simulaciones lo más completa posible para abarcar todos los temas de la asignatura.

Imagen 1. Ejemplo de modelo matemático y animación creados con Modellus



RESULTADOS

A diferencia de otras simulaciones ya disponibles en Internet en forma de applets de Java y/o Flash, las simulaciones creadas con el programa Modellus pueden ser creadas o modificadas (a partir de ejemplos colgados en la Red) con el fin de adaptarlas plenamente a los fines didácticos de cada materia. Una vez que el docente conoce todas las posibilidades ofrecidas por la metodología Modellus, puede crear simulaciones virtuales que se ajusten a sus necesidades curriculares. Estas simulaciones recrean fenómenos físicos análogos a los explicados en el laboratorio tradicional con la salvedad de alguna dificultad técnica y con las múltiples ventajas que se citan a continuación.

En cualquier caso, estas simulaciones, englobadas bajo la expresión "laboratorio virtual", presentan animaciones de interés docente que pueden ser mostradas durante las clases prácticas o bien como complemento de las clases teóricas, simultaneando de este modo la explicación teórica con la exposición práctica del fenómeno físico (esto último no siempre era posible en el laboratorio tradicional). Asimismo, dado que la visualización de estas simulaciones virtuales se realiza con la ayuda de un ordenador, el alumno puede

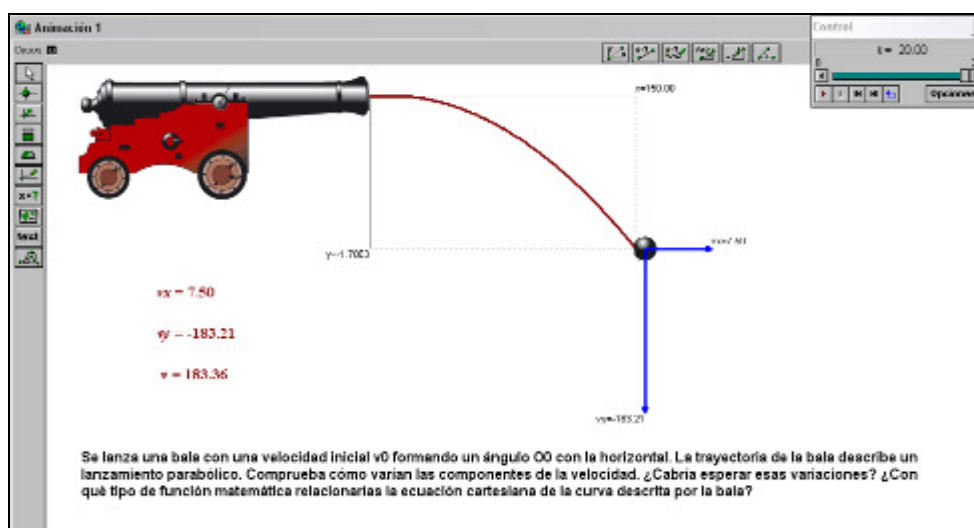


acceder a ellas en cualquier momento y en cualquier lugar siempre y cuando disponga de acceso a Internet y las simulaciones hayan sido previamente colgadas en una plataforma B-learning, como por ejemplo Moodle, o en una página Web.

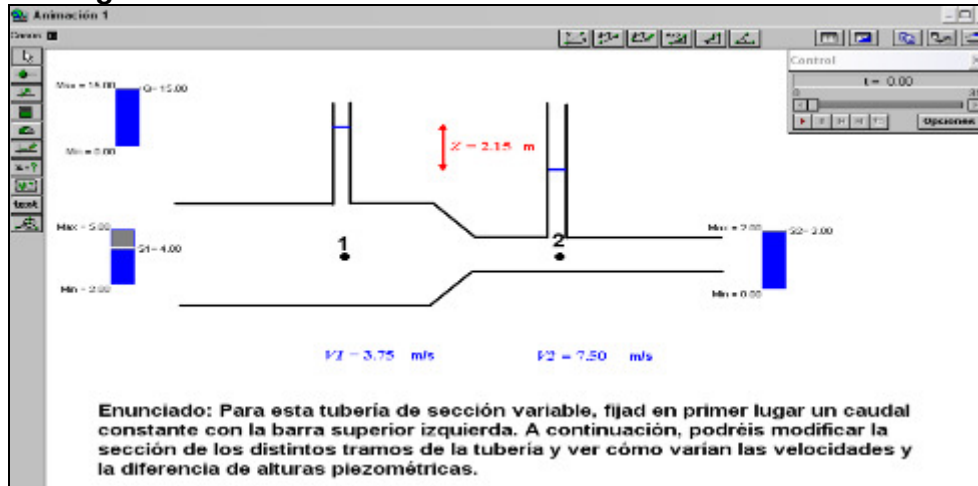
Una vez que el alumno ha estudiado y adquirido los conceptos teóricos básicos de cada tema, puede abrir y ver las animaciones correspondientes. El uso de las mismas no sólo redundará en una mejor comprensión de los fenómenos físicos estudiados, por ver gráficamente cómo se desarrolla el modelo matemático introducido, sino que además podrá participar de forma interactiva, modificando las condiciones iniciales de las principales variables que intervienen en el modelo e incluso las características propias del material usado para la experimentación. De este modo, podrá tratar de predecir las distintas variantes posibles de la trayectoria estudiada o los valores numéricos que cabría esperar en cada caso. En contraposición, en el laboratorio tradicional, el margen de maniobra en la modificación de las enseñanzas prácticas está muchas veces limitado por el coste del material y por la imposibilidad técnica de algunas acciones. Por último, cuando el alumno crea haber comprendido completamente los distintos módulos que debe estudiar, puede utilizar las simulaciones Modellus como una herramienta de autoevaluación creando las suyas propias a partir de lo que ya ha aprendido. De este modo, se está paralelamente cumpliendo con uno de los objetivos marcados por el Espacio Europeo de Enseñanza Superior, a saber el fomento de la capacidad de creación y acción innovadora en los estudiantes y futuros trabajadores (Ministerio de Educación, 2003).

A continuación, se exponen tres ejemplos de simulación virtual creados con el programa Modellus y referentes a tres capítulos diferentes del temario de Física.

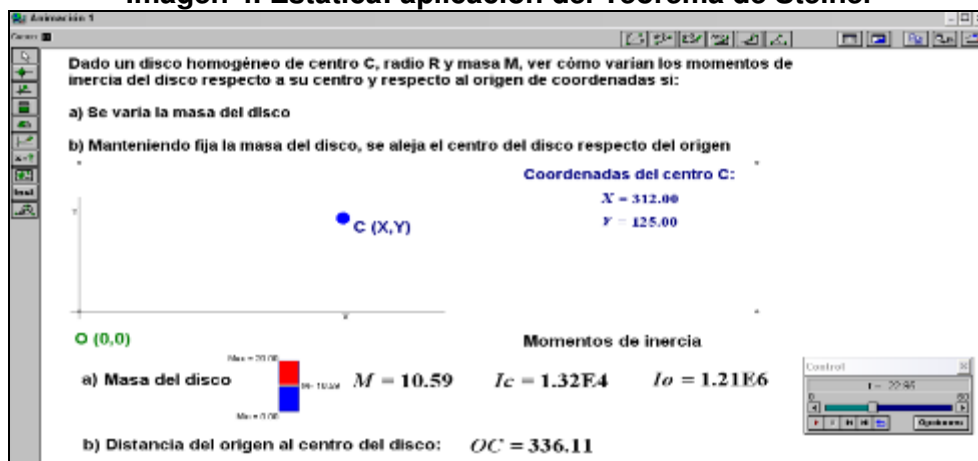
Imagen 2. Representación del movimiento parabólico de una bala de cañón



Esta animación permite recrear uno de los movimientos más estudiados en la cinemática de la partícula. Además lo hace de manera atractiva y divertida puesto que permite el seguimiento, a lo largo del tiempo, de la trayectoria de una bala de cañón de forma gráfica pero también de forma numérica (a través de su abscisa y su ordenada). Asimismo, podemos conocer en cada instante las componentes numéricas (contadores) y gráficas (vectores) de la velocidad. Esta práctica resultaría imposible de realizar en el laboratorio tradicional puesto que no podríamos disparar un cañón ni detener el movimiento del proyectil en un momento dado.

**Imagen 3. Mecánica de fluidos en una tubería de sección variable**

Esta animación permite modificar el diámetro de las distintas partes de la tubería, haciendo que incluso se anule. Obviamente, esta modificación de los parámetros de la simulación es imposible de realizar en condiciones reales.

Imagen 4. Estática: aplicación del Teorema de Steiner

Esta última simulación permite desplazar libremente una partícula de masa variable en el plano, controlando en todo momento las coordenadas de la misma así como su momento de inercia respecto de dos puntos, pudiendo así verificar que se cumple el teorema de Steiner.

CONCLUSIONES

La creación de un laboratorio virtual basado en el desarrollo de simulaciones permite suplir algunas carencias del laboratorio tradicional así como la adopción de un sistema de enseñanza enfocado hacia la participación del alumno en su propio proceso de aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

- Amaya J.M., Carbonell M.V., Flórez M., Maravall M.D., Martínez E., Raya A. 2006. Curso de Iniciación a la Ingeniería Agronómica: 143-244.
- Duarte V.T. 2002. <http://modellus.fct.unl.pt/>
- Mateo P.L. 2003. Prólogo. Un Siglo de Instrumentación Científica. Universidad de Granada.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2003. La Integración del Sistema Universitario Español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior. Documento-Marco.



FACTORES QUE AFECTAN AL RENDIMIENTO REPRODUCTIVO DEL VERRACO

Nadal, María; Requejo, M^a Isabel

Departamento de Producción Animal E.T.S.I. Agrónomos U.P.M.

Correo electrónico: maria.nadal.brotat@alumnos.upm.es; maria.requejo.mariscal@alumnos.upm.es

RESUMEN

El buen funcionamiento de una explotación porcina depende, en parte, de un buen control reproductivo dentro de la misma. Para ello es fundamental disponer de un semen de buena calidad. El objetivo del trabajo es conocer los diferentes factores que influyen sobre la producción de esperma, la calidad del semen y la libido del verraco, a partir del análisis de diferentes estudios publicados. Estudiaremos como afectan factores tales como el fotoperiodo, la temperatura, la nutrición, las instalaciones, el ritmo de extracciones, la estimulación, la genética y la edad.

Palabras clave: semen, producción, calidad

INTRODUCCIÓN

Debido a la gran importancia que representan los verracos, tanto en cuestiones productivas como económicas, dentro de una explotación porcina, estudiaremos los factores que afectan a la calidad seminal clasificándolos en exógenos y endógenos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó para la asignatura de Zootecnia I, Bloque de Reproducción. Antes de usar un verraco es necesario conocer sus características reproductivas ya que de ellas va a depender el éxito o fracaso de la explotación. En la tabla 1 se presentan los rasgos y nivel de aceptación de ciertos parámetros del semen del verraco:

Tabla 1: Rangos y nivel de aceptación para ciertos parámetros del semen de verraco. (Rodríguez-Martínez, 2005)

	Rango	Aceptable (para IA)
Volumen del eyaculado (ml)	100-300	50
Nº total de espermatozoides ($\times 10^9$)	10-100	10
Motilidad progresiva (%)	70-90	70
Anormalidades de cabezas espermáticas (%)	2-5	5
Gotas citoplasmáticas proximales (%)	1-5	5
Defectos del acrosoma (%)	1-2	5
Anormalidades de pieza media (%)	2-5	5
Colas dobladas simples (%)	1-5	25

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FACTORES EXÓGENOS

Fotoperiodo:

El fotoperiodo influye de manera considerable en la producción espermática, volumen seminal, producción de esteroides, libido, etc., que sufren un incremento en días cortos y se deteriora con fotoperiodos largos, en los que se observa una disminución del número total de espermatozoides recogidos por eyaculado, de su motilidad y poder fecundante. Un fotoperiodo 10-12 h/luz/día es más beneficioso que de 16 h/luz/día. Se recomienda una intensidad de luz de 300 lux. (Buxadé, 1984).



Temperatura y humedad:

La temperatura confort de los verracos ronda alrededor de los 18-20°C., con una humedad relativa ambiente del 60-70% y la ventilación debe ser en torno a los 25 m³/h/cerdo, en invierno y de 200 m³/h/cerdo en verano. La velocidad del aire a la altura de los animales debe ser de 0,2-0,7 m/s. Las temperaturas frías no parecen afectar gravemente a la fertilidad del animal. Sin embargo, las altas temperaturas son muy perjudiciales porque la motilidad espermática se reduce y aumenta el número de anomalías morfológicas. (Buxadé, 1984). En la siguiente tabla se muestra el efecto del período de luz y de la temperatura sobre el poder fecundante del semen de cerdo:

Tabla 2: Acción de la duración del periodo de luz y de la temperatura sobre el poder fecundante del semen de cerdo. (Buxadé, 1984).

Temperatura	15 °C		35 °C	
Iluminación (%)	10 horas	16 horas	10 horas	16 horas
Fecundidad	57	51	49	33

Instalaciones:

Los verracos nunca deben de estar alojados en grupos, así se evitan peleas y agresiones físicas. Las separaciones entre verraqueras a base de rejas permiten que los verracos se vean, huelan y oigan unos a otros, lo que favorece su estimulación. Los verracos pueden instalarse en: locales semiabiertos; boxes de 10-11 m² con parque de ejercicio; verraqueras simples con una superficie de aproximadamente 8 m²; jaulas con una anchura de 70-80 cm y 2 m de longitud (prohibidas por la UE). El tipo de suelo puede ser de tierra, de cemento, con cama de paja o sin ella, de slat, etc. Las instalaciones se deben limpiar una vez a la semana. La sala de recogida tiene que ser un recinto tranquilo, con suelo antideslizante y fácil de limpiar y desinfectar.

Ritmo de extracciones:

A mayor número de eyaculaciones menor cantidad y calidad de espermatozoides. La espermatogénesis necesita entre 45-55 días aproximadamente para completarse. La mayor parte de este período, el espermatozoide se encuentra en el testículo. Posteriormente sufre un período de maduración en el epidídimo, de alrededor de 10-14 días, atravesando sus tres regiones, cabeza, cuerpo y cola, donde son almacenados. Cuando se produce una eyaculación se vacía alrededor del 60 % del volumen espermático almacenado en la cola epididimaria y tras 3 o 4 extracciones consecutivas, se vacía por completo dicha región y se fuerza el paso de los espermatozoides desde las regiones cefálica y caudal, obteniéndose mayor proporción de espermatozoides aberrantes o inmaduros. El ritmo de recogida se debe establecer en función de la productividad de los machos, aunque puede ser modificado según las necesidades puntuales de la granja y, si las necesidades persisten en el tiempo, hay que plantearse aumentar el número de verracos. En aquellos casos donde el ritmo de extracciones es más elevado y sin descanso, se puede observar la disminución de espermatozoides maduros, la aparición de espermatozoides con gota citoplasmática distal y el aumento de los inmaduros con gota citoplasmática proximal. Un período de inactividad se considera perjudicial y se recomienda desechar las primeras recogidas si un verraco no ha sido utilizado durante 30 días o más.

Nutrición:

La capacidad de modificar las características reproductivas del verraco mediante manipulaciones nutricionales es muy escasa. Deficiencias energéticas o proteicas disminuyen la producción de semen, especialmente en verracos jóvenes, sin embargo esto tiene poco efecto sobre la calidad seminal (Stevermer et al., 1961; Merz et al., 1973; Brown, 1994). Los niveles proteicos también influyen en la libido del verraco. En los



trabajos de Louis et al. (1994) y Louis (1995) se demuestra que niveles proteicos del 16% reducen el tiempo preciso para iniciar la monta en relación con niveles de proteína del 6%, ya que una deficiencia pronunciada en proteína puede reducir la concentración de estrógenos en sangre, y por lo tanto podría reducir la libido. Kemp et al. (1989) experimentaron tres regímenes alimenticios en un grupo de verracos de 15 meses de edad, con un peso medio de 220 Kg., sometidos a un programa de recogida de dos veces por semana. El régimen alimenticio más abundante conseguía la producción de una mayor cantidad de semen, aunque daba lugar a mayores niveles de eliminación de animales debido a la obesidad y a problemas en el sistema locomotor, ya que los problemas de aplomos son la causa principal de la falta de libido e incapacidad del macho para la monta.

Tabla 3: Efecto del régimen alimenticio sobre la producción espermática. (Kemp et al., 1989)

Semanas de la experiencia Kg/día de alimento	Nº cel espermáticas/semana (billones)	
	1-6 sem	12 sem
1,92	121	89
3,6	125	130
5,7	126	151

El uso de suplementos como vitamina E, vitamina C, Selenio, Zinc, Biotina, etc., mejoran la producción espermática. En la siguiente tabla se muestran las recomendaciones minerales para un verraco adulto con una dieta de 2,5-2,7 kg de un pienso de 3000 kcal/ED/Kg:

Tabla 4: Recomendaciones minerales para un verraco adulto con una dieta de 2,5-2,7 kg de un pienso de 3000 kcal/ED/Kg. (Riopérez, 1992 . Citado por Buxadé)

Minerales	Ca	P	Zn
Necesidades	8,5 g/kg	5 g/kg	33 ppm

Hay que ajustar la dieta en épocas frías, o en aquellos casos donde el ritmo de recogida de los animales fuese elevado.

Estrés y estado sanitario:

Algunos factores que provocan estrés en los verracos son: corrientes de aire, suelo húmedo, brusco manejo de los animales, excesivo niveles de ruido, altas temperaturas, imposibilidad de moverse por falta de espacio, etc. Todos ellos ocasionan una disminución de la calidad seminal. Los procesos inflamatorios como orquitis, epididimitis o inflamación en las glándulas accesorias, pueden provocar daños temporales o irreversibles en estas estructuras, lo que dará lugar a fallos en la calidad seminal. Estas inflamaciones se dan por posturas incorrectas de los animales, estrés, golpes, dolencias en el aparato locomotor, úlceras estomacales, etc., así como también por agentes patógenos.

Estimulación:

Para tener buenos resultados en la recogida del semen es muy importante la estimulación. El entrenamiento debe comenzar entre los 5 y 6 meses de edad, todos los días, mañana y tarde de 10 a 15 minutos, con un potro móvil colocado en la verraquera que será impregnado con orina de cerda en celo o semen de otro verraco. El potro debe moverse imitando los movimientos de la cerda en celo de forma que cuando el verraco lo golpee con el hocico el potro debe pararse imitando el reflejo de inmovilidad que se produce en las cerdas. Si es necesario, se puede utilizar una cerda en celo. La recogida



se realizará sin prisas, permitiendo al verraco completar la eyaculación que puede durar desde 5 hasta 20 minutos.

FACTORES ENDÓGENOS

Genética:

Los verracos pueden seleccionarse genéticamente para optimizar la producción y la calidad del semen. Para esto se llevan a cabo estimaciones de la heredabilidad de varios caracteres reproductivos. En la tabla se muestra la heredabilidad de algunos caracteres reproductivos de los verracos:

Tabla 5: Heredabilidad de algunos caracteres reproductivos del verraco. (See, T. 2003)

Característica	Peso testículos	Líbido	Cantidad esperma	Motilidad esperma	Volumen esperma	Morfología spz	Nº servicios/ eyaculaciones
h^2	0,44	0,15	0,37	0,20	0,21	0,31	0,41

El peso de los testículos tiene una alta heredabilidad, mientras que la libido es un carácter poco heredable. En cuanto a las características del semen, la cantidad de esperma y el número de servicios producidos por eyaculado tienen heredabilidades entre altas y moderadas, por lo que cabría esperar que respondieran a la selección. La motilidad, la morfología y la concentración espermática presentan una heredabilidad moderada.

Edad:

La formación de los primeros espermatozoides tiene lugar más o menos a los 152 días, los valores espermáticos mejoran rápidamente en calidad y cantidad desde los cinco hasta los diez meses, observándose luego variaciones graduales buscando estabilizarse a los 18 meses. Este nivel se mantiene hasta los 3-4 años, momento en el cuál comienza a observarse una disminución de la producción espermática.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha llevado a cabo gracias a la iniciativa de M^a Remedios Alvir, que nos ha orientado y corregido durante la realización del mismo. Agradecemos a Óscar Robles, Noelia Ruiz y Gaspar Soria, compañeros de grupo en la asignatura Zootecnia I, su participación en el trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Armando R, y Fuentes P. Resultados experimentales en el manejo reproductivo del verraco. CENIAP. INIA. **¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.** Brown, B.W. 1994. Reprod. Nutri.Develop.34: 89-114
- Buxadé C.1984. Zootecnia. Bases de producción animal. Tomo VI: 132, 287-290.
- Fuentes, A.; Serrano, G. DE; Reguiro, C. y Valle, A. 1989. Efecto de la edad y raza sobre las características reproductivas de verracos púberes. Zootecnia Tropical. Vol. VIII (1 y 2): 119-135
- Gestión veterinaria porcina S.L. Entrenamiento del verraco. **¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.**
- Gordon, I. Reproducción controlada del cerdo, editorial Acribia S.A.
- Kemp B., den Hartog, L.A., Grooten, H. J. G. 1989. The effect of feeding level on semen quantity and quality of breeding boars. Anim. Reprod. Sci. 22:245
- Louis, K.F. 1995. American Association of Swine Practitioners 95:61-55•Mateos, G.G., Medel, P., Carrión, D. Necesidades nutricionales del verraco de alta selección. Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid
- Merz, E.A., Casida, L.E. y Hauser, E.R.1973. J. Anim. Sci. 37(1): 320.
- Rodríguez-Martínez, H. 2005. Avances en tecnología porcina 2 (7-8): 43-53
- See, T. 2003. Selección genética para caracteres de machos en inseminación artificial. Revista Albéitar 66: 30-32
- Stevermer, E.J., Kovacks, M.F., Hoekstra, W.C. y Self, H.. 1961).J. Anim. Sci.20: 858-865.

SESIÓN P1



EL WASABI: UNA PLANTA IMPRESCINDIBLE EN LA GASTRONOMÍA JAPONESA

Ruiz de la Fuente, Aurora

Dpto de Producción Vegetal: Botánica y Protección vegetal. E.T.S.I. Agronomos .Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: aurora.rfg@gmail.com

RESUMEN

El wasabi, *Eutrema wasabi* Maximowicz, es una Crucífera originaria de Japón. Aunque es una planta desconocida para la mayoría de los españoles, cada vez es más utilizada en los restaurantes asiáticos de nuestro país.

Tradicionalmente solo se cultivaba en Japón, pero en los últimos años se ha extendido el cultivo a otras zonas, debido a que la producción actual no es suficiente para satisfacer la demanda, por lo que es un cultivo en expansión. Son pocas las zonas aptas para su desarrollo, ya que es una especie muy exigente en cuanto a condiciones climáticas, y de crecimiento muy lento.

Es una especie de interés agroalimentario, ya que además de sus aplicaciones gastronómicas, posee también propiedades medicinales, y un gran valor nutricional.

Palabras clave: wasabi, gastronomía japonesa

INTRODUCCIÓN

El wasabi es una planta que pertenece a la familia de las Crucíferas. El nombre científico es *Eutrema wasabi*. Su origen se sitúa en Japón, concretamente en la Península de Izu. Desde allí se ha extendido a Taiwán, China, Nueva Zelanda, Canadá, Estados Unidos y a otros lugares. Hay pocos productores de wasabi en todo el mundo, por lo que el suministro es bastante limitado. La demanda está creciendo exponencialmente y en consecuencia los precios están aumentando.



Su interés radica en ser una planta imprescindible en la gastronomía asiática, además de poseer unas propiedades medicinales y un valor nutricional muy elevado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Dado que este artículo corresponde al trabajo de curso de la asignatura “Plantas de Interés Agroalimentario”, lo que se expone en este apartado es una descripción botánica de la especie estudiada, un análisis de sus requerimientos ecológicos y un estudio de su distribución y extensión en el mundo.



DESCRPCIÓN BOTÁNICA DE LA ESPECIE

El wasabi es una planta herbácea, vivaz, verde y glabra. Puede alcanzar los 2 metros de altura y en verano toma una coloración blanquecina.

La *raíz* es gris verdosa por fuera, bastante irregular (nudosa), carnosa y verde manzana por dentro. Es cilindro-cónica y mide de 2 a 3 cm de diámetro y 20 cm de largo. Se ensancha y se divide al nivel del cuello. Las *hojas* son radicales, simples y pecioladas. Su limbo es cordiforme con márgenes lisos. El *tallo floral*, de 1m de altura, lleva inflorescencias en racimos simples.

Las *flores* son blancas, completas, pequeñas y regulares. El cáliz está formado por 4 sépalos libres dispuestos en cruz. La corola está compuesta por 4 pétalos de uña muy larga y estrecha y con limbo extendido. El androceo consta de 6 estambres y el gineceo está formado por 2 carpelos abiertos, soldados por sus márgenes. Contiene varios óvulos. El estilo es corto. La polinización es entomófila. Los *frutos* son silicuas.

REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS

El cultivo se desarrolla fundamentalmente en Japón y está enormemente extendido a lo largo de los arroyos y cursos de agua. La multiplicación se efectúa a partir de semillas (que tienen un gran periodo de latencia) y sobre todo por el esqueje de los retoños separados de la planta madre durante la cosecha. El crecimiento de la planta es muy lento. Las raíces se recogen dos años después de la plantación en el mes de junio, en Japón. También pueden secarse y de este modo se conservan bastante mejor.

El wasabi prefiere ambientes frescos y sombreados. En general, requiere un clima con una temperatura del aire entre 8 °C y 20 °C. Requiere la alta humedad en verano. Dado que es bastante intolerante a luz directa del sol, el wasabi se cultiva bajo sombra o tela debajo de una cubierta forestal natural. Las plantas prefieren un suelo arcillo-arenoso, húmedo y previamente enriquecido mediante un aporte de abono.

DISTRIBUCIÓN, EXTENSIÓN Y PRODUCCIÓN DEL CULTIVO EN EL MUNDO

El cultivo de wasabi a gran escala se realiza en muy pocos lugares, ya que es difícil incluso cuando las condiciones son óptimas. En Japón, el wasabi se cultiva en las siguientes regiones: la Península de Izu, situada en la región de Shizuoka, Pagano, Shimane, Yamanashi e Iwate. La villa de *Hotaka* (en la región de Nagano), es la principal exportadora de wasabi, aunque también se exporta de otras muchas zonas. Es más, la demanda es tan grande que incluso Japón ha tenido que importarlo alguna vez de otros países donde se ha empezado a cultivar, como Nueva Zelanda o Estados Unidos.

La demanda de autentico wasabi es muy elevada, por lo que Japón tiene que importarlo de otros lugares como: China, Taiwan, y Nueva Zelanda. En Norte América también hay algunas compañías y pequeños comercios que están consiguiendo cultivarlo. Sólo el noreste del Pacífico tiene un buen equilibrio entre el clima y el agua para el cultivo de sawa wasabi (cultivo en agua). El uso de cultivos hidropónicos y de invernaderos ha abierto el abanico, cultivándose en: Canadá y en Carolina del Norte (en Estados Unidos).

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Antiguamente, el wasabi no se usaba como condimento para las comidas, sino como hierba medicinal, sobre todo como desinfectante, ya que en su composición se encuentran componentes químicos que evitan la proliferación de microorganismos. La raíz puede utilizarse fresca y rallada, o seca y en polvo. La raíz fresca se consume en Japón como el nabo silvestre en Europa. El wasabi, también conocido como mostaza japonesa, posee un sabor picante muy distinto al de otros ingredientes picantes y tiene la cualidad de realzar los sabores de los alimentos.



La crema de wasabi se obtiene mezclando salsa de soja o agua con polvo de raíz seca. Puede acompañar a los asados de buey y de caza. También puede añadirse a las mayonesas. Es muy apreciada en Japón donde se usa como condimento a los "sushi" de pescados crudos, a los "sashimi" y a los "chirashi". A menudo se diluye la crema de wasabi en un poco de salsa de soja. Al igual que en Japón, en Europa puede consumirse con pescados grasos como la caballa, el arenque, el atún o el salmón. Además de ser uno de los acompañamientos más habituales de diferentes platos orientales, también se puede adaptar perfectamente a la cocina mediterránea. Puede conservarse en vinagre de arroz como las raíces de jengibre. Además, en los restaurantes japoneses, frecuentemente se ofrece el wasabi con láminas de jengibre marinado en vinagre de arroz (color rosa pálido).

Otras formas de consumo:

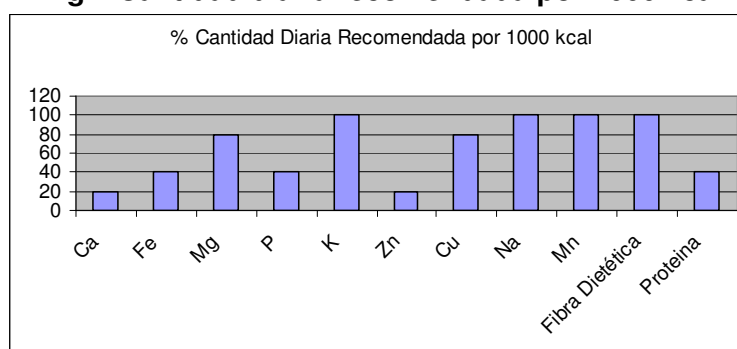
- Helado, chicles y guisantes de wasabi
- Las hojas de wasabi a menudo se utilizan como follaje oloroso decorativo en Japón y también se consumen fritas como si fueran patatas y para ensalada.
- Existe un nuevo sistema japonés de alarma anti-incendios especialmente ideado para personas con deficiencias auditivas. Consiste básicamente en un spray que libera el aroma del wasabi cuando detecta humo. Dentro de las propiedades conocidas de este poderoso condimento está la fuerza de sus vapores, que crean una sensación temporal de ardor y picor en quien los inhala. Un conocido dicho japonés dice que el olor del wasabi es capaz *de resucitar a los muertos*. En las pruebas que está llevando a cabo el equipo médico de la Universidad de Shiga, el olor del wasabi despierta a 13 de cada 14 personas dormidas.

Entre sus **propiedades medicinales** destacan:

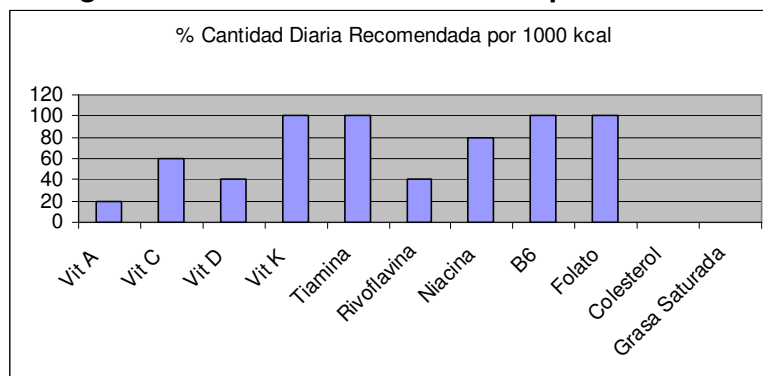
- Es digestivo, antibacteriano y antiséptico, y se emplea en la higiene bucal.
- Es útil contra la diarrea, la osteoporosis, el asma, la artritis y diversas alergias.
- Puede ayudar a prevenir enfermedades cardiovasculares como el infarto y la hipertensión.
- Se está estudiando que el wasabi puede ser útil para destruir ciertas células de cáncer.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA ESPECIE

Fig.1 Cantidad diaria recomendada por 1000 kcal



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en nutriondata.com

**Fig.2 Cantidad diaria recomendada por 1000 kcal**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en nutriondata.com

El wasabi es muy rico en potasio, sodio, magnesio y una excelente fuente de fibra dietética. Además encontramos otros minerales como el cobre, el hierro, el fósforo, el calcio y el zinc (en orden según la cantidad) (Fig.1). Dentro del grupo de las vitaminas encontramos grandes cantidades de vitamina K, tiamina, vitamina B6 y folato. También aparecen otras, aunque en menor proporción, como la vitaminas C y E y niacina. Uno de sus principales beneficios es que no contiene grasas saturadas ni colesterol (Fig.2).

RESULTADOS

El wasabi debe su sabor y saludables beneficios en parte a los isotiocianatos, con características únicas, incluyendo poderosas propiedades antibacterianas, que ayudan a mitigar los patógenos presentes. Es rico en beta-carotenos y glucosinolatos. El wasabi también puede combatir algunas formas de E-coli y Staphylococcus. La *composición química* de la raíz de wasabi es parecida a la del rábano silvestre. Como éste, es rica en isotiocianatos y en sinigrina. Una reacción enzimática durante el triturado hace que aparezcan un isotiocianato de alilo y un isotiocianato de butilo. El gusto típico del wasabi lo aporta el isotiocianato de 6-metilhexilo, el isotiocianato de 7-metilheptilo y el isotiocianato de 8-metilti-octilo.

El picante del wasabi es muy diferente al resto de picantes, no “ataca” al paladar, sino a la nariz, esto es debido a los vapores que se transmiten por las fosas nasales.

La producción del wasabi es difícil y costosa por lo que, en muchas ocasiones lo que ingerimos como wasabi, no es más que un rábano picante procedente de Europa al que se le añade un colorante verde para darle ese color tan característico del wasabi. Los sucedáneos del wasabi pueden encontrarse tanto en polvo para diluir en el agua como en envases de tubo, tipo pomada, ya listos para consumir.

BIBLIOGRAFÍA

Se han consultado las siguientes páginas web: www.cocina.org, www.dantada.blogspot.com, www.gastronomiaycia.com, www.moveyourmind.es, www.nutriondata.com, www.realwasabi.com, www.regalosoriginaes.net, www.uni-graz.at, www.wikipedia.org.

Arvy, M-P y F. Gallouin. 2006. Especies, aromatizantes y condimentos. Ed. Mundi-prensa. Madrid. 411pp.



LA CATA DESCRIPTIVA DE CERVEZA COMO METODOLOGÍA DOCENTE EN EL AULA

Martín, Virginia; Romo, Clara; Sánchez, Beatriz

Departamento de Tecnología de los Alimentos. E.T.S.I.A. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: c.romo@alumnos.upm.es

RESUMEN

En la asignatura “Industrias de cereales”, durante el curso 2008/2009, se planteó la posibilidad de usar la cata descriptiva de cervezas como método de aprendizaje en el aula para fomentar la participación activa del alumno.

En primer lugar, se abrió un foro en la plataforma virtual de la asignatura donde se indicaban una serie de pautas para un desarrollo correcto y satisfactorio de la actividad.

Los alumnos, en grupos formales de aprendizaje cooperativo, elegían un estilo de cerveza, procurando que se encontrase entre los más representativos tanto de fermentación alta como de fermentación baja. Cada grupo debía elaborar un dossier con las características propias más relevantes y significativas del estilo de cerveza seleccionado, que se utilizarían durante la cata como material de partida, completándose durante la degustación al anotar los atributos que se percibían y el origen de los mismos. En total se degustaron 6 estilos de cerveza.

Palabras clave: *cata, aprendizaje, participación*

OBJETIVOS

Con carácter general:

- Favorecer la participación activa del alumno en el proceso de aprendizaje, tanto de forma individual como colectiva.
- Poner en práctica nuevos métodos docentes para aumentar la motivación de los alumnos y hacer más dinámicas las exposiciones en el aula.

Con carácter concreto:

- Convertir a los alumnos en instrumentos de medida de los atributos sensoriales de las cervezas, para afianzar sus conocimientos sobre las diferencias existentes entre los distintos estilos (materias primas, procesos de elaboración, etc.).
- Utilizar la plataforma virtual Moodle como soporte de información y nexo de unión entre profesora-alumnos y alumno-alumno.
- Favorecer la puesta en común de la información recopilada, tanto antes como durante la sesión de cata.

METODOLOGÍA

El primer paso fue la creación de un foro en la plataforma virtual Moodle de la asignatura donde se indicaba a los alumnos una serie de pautas para un desarrollo correcto y satisfactorio de la actividad.



Los alumnos, en grupos de 3 ó 4 personas, debían elegir un estilo de cerveza procurando que se encontrase entre los más representativos. Esta elección se anunciaba en Moodle 2 semanas antes de la sesión de cata.

Documentación.- Cada grupo elaboró un dossier con las características propias más relevantes y significativas del estilo seleccionado: origen, tipo de fermentación, extracto seco primitivo, carácter del lúpulo, aroma, flavor y cuerpo, color, ingredientes y grado alcohólico. Además, la profesora colgó en Moodle unas fichas sobre cómo realizar la prueba sensorial.

Material para la cata.- El día previo a la cata, cada grupo se encargaba de proporcionar la cerveza elegida, llevándola al Departamento de Tecnología de Alimentos, donde se almacenó a la temperatura óptima de servicio hasta el momento de la sesión de cata.

Puestos de cata.- Para la sesión de cata, se adecuó el aula, colocando puestos de cata en sitios alternos. Cada puesto de cata constaba de un mantel, servilleta, seis vasos transparentes tipo tubo para cerveza y uno para agua.

Fases de la cata.- La profesora indicaba la metodología de la cata, y el orden en que debían intervenir los diferentes sentidos para la valoración de cada una de las 6 cervezas. Se evaluaron distintos atributos a través de las fases visual, olfativa y gustativa.

Uno a uno, los distintos grupos fueron exponiendo, con la ayuda de una presentación en power point, las características distintivas de su cerveza: materias primas, proceso de elaboración..., al mismo tiempo que se iban percibiendo sus atributos sensoriales. Así, se fueron analizando los distintos parámetros relacionados con la vista, el olfato y el gusto de cada una de ellas y todos los alumnos fueron partícipes de la actividad, pudiendo sacar conclusiones propias que, posteriormente, se pusieron en común.

Evaluación de la actividad.- Para la evaluación de la actividad se tuvieron en cuenta, tanto el dossier previo a la cata como una tabla resumen de todos los estilos que se habían catado y que los alumnos, por grupos, elaboraban después de la sesión.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

De los 9 estilos de cerveza elegidos por los alumnos a través de Moodle, se seleccionaron los 6 más representativos de una mayor diversidad, para aumentar el carácter didáctico de la sesión. Estos fueron: Pilsener, Weizenbier, Trapense, Bock, Porter y Lambic.

Posteriormente se elaboró una tabla conjunta (tabla 1) con toda la información acumulada por todos los grupos de alumnos.



Tabla 1. Principales características de las cervezas catadas

Marca, tipo y origen	Aroma/Flavor/Cue	Características del Lúpulo	Apariencia/Color	Ingredientes
Pilsner Urquell Pilsener Fermentación baja. Republica Checa 4,4 %	Aroma: A fruta, matices cítricos. El lúpulo de las Pilsner es muy aromático y aparece al final. Flavor: Es una cerveza muy lupulada, seca. Sabe mucho a malta en comparación con otras Pilsner, debido al uso de una maceración de decocción. Más agria que la mayoría de las Pilsners y la amargura no persiste debido al uso de un agua suave en la elaboración de la cerveza. El carbónico se nota muy ligero en la boca Cuerpo: es una cerveza algo ligera.	El lúpulo utilizado es tipo Saaz. Es muy aromático.	Descripción: Color amarillo pajizo tirando a dorado. Cerveza limpia que deja halo. Espuma: No muy persistente, aunque deja restos permanentes en la copa, de color blanco, de 0,5 a 1 cm de espesor al principio	Elaborada con cebada maltada. Tiene lúpulo de Saaz, agua y levadura.
Franciskaner Weizenbier. Cerveza de trigo alemana Fermentación baja. Munich, Alemania 5 %	Aroma: Tiene un olor suave, algo a plátano (debido al isoamilacetato, que es un éster) y un poco de clavo (vinylguaiacol.). Olor a levadura debido a los subproductos de la fermentación. Sabor: Generoso, se pueden apreciar sabores a esteres, fenoles y la levadura. También sabor a limón porque contiene ácido cítrico. Fresca por los ácidos, que se producen por las bacterias lácticas. Bastante ácido carbónico. Típico flavor de weizen, que se parece a pan rustico. No muy amarga, ya que tiene bajo contenido en lúpulo. Cuerpo: De ligero a medio. Después de tragar parece que su cuerpo es mas ligero.	Bajo contenido el lúpulo por lo que el sabor es suave	Color: Cobre-dorado. Es turbia porque no está filtrada y por alto contenido en proteínas. Espuma: Muy espumosa por arriba, contenido en proteína. Muy densa y persistente, de color blanco a cremoso	Mezcla de trigo y cebada, < 50% de trigo, alto contenido de levadura (al fondo de la botella).
Chimay Roja Trapense / Belgian Blond Ale. Fermentación alta. (2ª fermentación en botella) Bélgica. 7 %	Aroma: Intensidad aromática alta, rica y compleja. Dulce y afrutado, ligeramente a melocotón. Con Matices ahumados o a nuez moscada. Flavor: Gusto fresco con ligero toque de amargura. Sensación dulce, suave, sedosa en la boca. Al final se nota suavemente el lúpulo, muy fino y ligeramente seco. Malteado sutil, dulce. Cuerpo: Buen cuerpo, excelente persistencia. Gasificación media-baja.	El lúpulo se nota al final en la boca.	Apariencia: oscura, color cobre rojizo, con un atractivo fondo rojo en el color. Apariencia turbia. Cuando se bebe deja halo. Espuma: De color crema, aproximadamente 2cm de espesor al principio. Cremosa y de buena formación	Cebada, trigo, lúpulo, levadura de la belga, esteres y fenoles.
Bock Damm Lager Fermentación baja. Alemania. 5,4 %	Aroma: al ser una lager no huele tanto. Olor tostado y afrutado. El aroma de malta es bastante intenso. Contiene bastante ácido carbónico. Se puede sentir el aroma del lúpulo ligeramente. Sabor: En la boca sale el flavor a tostado y algo de dulce. No muy amarga Cuerpo: medio hasta completo. Vigoroso.	El lúpulo no es muy amargo. y se siente su aroma	Color: Muy oscura, cobre de intenso a marrón. Clara y limpia, a contra luz roja cristalina. El color es por la malta tostada y por el mosto. Espuma: Abundante y persistente con color marrón-cremoso.	Se utiliza agua bastante dura, malta tostada de cebada, lúpulo y agua.
Guinness Dry Stout Fermentación alta. Dublín, Irlanda. 4,2 %	Aroma: Muy intenso. Aromas nítidos a torrefactos, malta, café, regaliz y clavo. Flavor: Persistente. Sabor tostado a café, regaliz (se aprecia mejor que en el aroma) y arándanos quemados. Boca seca, suave, cremosa. Cierta acidez en el final de la boca. Amarga. Cuerpo: Mucho cuerpo.		Descripción: Caoba muy oscuro, casi negro. Espuma: muy densa, de colores tostados y muy cremosa. Con buena formación y persistencia.	Agua, cebada, lúpulo, malta (65% malta ale, 10% malta tostada), caña de azúcar.
Mort Subite Framboise Lambic de frutas Sour Ale. Fermentación espontánea. 4,5% Bélgica.	Aroma: Alta intensidad. Predomina el aroma fresco y nítido de frambuesa y frutas silvestres del bosque sobre un fondo de malta. Recuerda el olor a mermelada y a dulce. Flavor: acaramelado, dulce, a frambuesas y cerezas. Buena conjunción acidez dulzor frutal que, junto a una pequeña y alegre burbuja, le da un agradable frescor. El persistente agritud y la cierta sequedad final invitan a seguir bebiendo. Un poco turbia. Refrescante. Cuerpo: ligero, quizá a causa del filtrado.	Se le ponen dosis de lúpulo superior a lo normal.	Descripción: Color anaranjado con ribetes rosa pálido, frutal, recuerda a frambuesas. Un poco turbia. Espuma: Espesor 2,5- 3 cm. Blanca con alguna tonalidad rosa.	Malta de cebada, trigo y maíz, azúcar, lúpulo, especias, 15% de frambuesas, aromas.



La actividad fue un éxito. Los alumnos, participaron activamente tanto en la fase de recogida de información y elaboración del dossier, como a lo largo de la sesión y en la elaboración de la tabla por grupos, tal y como se puede apreciar a partir de las calificaciones obtenidas (tabla 2).

Tabla 2. Calificaciones por grupos del dossier, de la tabla y su media.

GRUPO	DOSSIER	TABLA por grupos	MEDIA
G1	6,66	8,33	7,495
G2	6,66	6,66	6,66
G3	8,33	10	9,156
G4	8,33	6,66	7,495
G5	10	10	10
G6	6,66	8,33	7,495
G7	8,33	9,33	8,83
G8	8,33	9,33	8,83
G9	8,33	9,33	8,83

AGRADECIMIENTOS

A la alumna Irene Paredes Díaz, becaria U.P.M., con cargo al Proyecto de Innovación Educativa IE08027085, por su apoyo en la preparación de la sesión de cata.

A la alumna Amaya Velasco Arquero, por el aporte del material fotográfico.

A la profesora, María Jesús Callejo González, por su colaboración en la elaboración de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Callejo M.J., González M.C., Chaya C., Rodríguez G., Díaz V., Correa E.C., Pruebas de Análisis sensorial e instrumental como herramienta para el aprendizaje de asignaturas relacionadas con el procesado de alimentos. Proyecto de Innovación IE08027085. 2008



LA RAZA BLANCA CACEREÑA: UNA RAZA EN PELIGRO DE EXTINCIÓN

Romero, Carlos

Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: carlosromero@alumnos.upm.es

RESUMEN

La Blanca Cacereña es una raza autóctona bovina española que reúne una serie de hechos diferenciales que podrían hacer de ella una raza emblemática y justificar su importancia en el panorama etnográfico nacional. Por un lado, se cree que es la más antigua de las razas bovinas autóctonas españolas y por otro lado, se trata de la única raza bovina española de capa blanca. Así mismo, fue relevante su papel en la formación de muchas razas criollas. Sin embargo, su pobre rendimiento productivo en comparación con razas extranjeras mejoradas y su dificultad de manejo limitan su viabilidad económica y, por tanto, amenazan su supervivencia en el futuro. Actualmente, su conservación está íntimamente ligada a los centros públicos y, de forma privada, a las compensaciones económicas que perciben los ganaderos.

Palabras clave: *ganado bovino, razas autóctonas, peligro de extinción*

ORIGEN E HISTORIA DE LA RAZA

Aunque los estudios filogenéticos realizados a torno a la vaca Blanca Cacereña son escasos, las pocas referencias existentes coinciden en destacar que esta raza podría ser la raza bovina más antigua de las que actualmente existen en España (Sánchez Belda, 1984). Las características craneanas de la raza Blanca Cacereña (cráneo alargado y estrecho, frente plana y supranasales muy largos) se asemejan notablemente a las del toro salvaje *Bos taurus primigenius*, conocido como Uro (Ambrona, 1989). Asimismo, la raza Blanca Cacereña presenta una distancia genética muy alta con respecto al resto de las razas bovinas autóctonas españolas, con lo que constituye por sí sola una rama del dendrograma o árbol evolutivo (Vallejo *et al.*, 1990). Otra peculiaridad de la raza está relacionada con el color de su capa puesto que se trata de la única raza bovina autóctona española que presenta una capa totalmente blanca (Sánchez Belda, 1984). Esta singularidad racial hace pensar que la Blanca Cacereña es presumiblemente el origen del criollo blanco americano dada la proximidad geográfica de esta raza con Sevilla y el alto porcentaje de descubridores extremeños (Bartolomé y García, 1996).

Se cree que el color blanco de su capa procede de ejemplares blancos traídos a la Península desde el Norte de África (como los que aparecen representados en las cuevas prehistóricas de Tassi Li, Egipto) así como de aquellos incorporados por los Romanos. Estos últimos rendían honores al Dios Júpiter sacrificando en el mes de abril (*Feriae Catinae*) una ternera blanca cuya carne era distribuida (Bergua, 1977). En Pompeya, destaca igualmente un friso donde dos toros blancos huyen de un león. Un autor romano escribe que “las reses rojas y pardas se dedican a la labranza, las negras a la producción de carne y las blancas se reservaban para sacrificios y festividades religiosas” (Sánchez Belda, 1984).

Consta que, en el siglo XVI, el III Duque de Alba, don Fernando Álvarez de Toledo y Pimentel, se instaló en el palacio de Abadía (Cáceres) tras su regreso de Nápoles y que, allí, crío animales de capa blanca. Más recientes son las apariciones de la raza en los Concursos Nacionales de Ganado de 1913, 1922, 1953, 1956 y 1959. A partir de esta última fecha comienza un proceso regresivo ininterrumpido que pone a la raza en vías de desaparición. Ante la alarmante situación, el Ministerio de Agricultura decidió constituir en 1970 un lote puro de 50 hembras y un macho (con la incorporación posterior de otro toro),



procedentes de 5 ganaderías distintas, que fue adscrito al CENSYRA de Badajoz. En 1976 se estableció el Libro de Registro Oficial (Ambrona, 1989) y en 1979 fue incluida como raza de protección especial en el Catálogo de Razas de Ganado de España (BOE, 9/8/79) y como raza autóctona en peligro de extinción en la lista de la Unión Europea en 1996 (RD 207/96, de 9 de Febrero). Asimismo en 1995 se constituyó la Asociación Nacional de Criadores de la Raza y desde 1998, el prototipo racial viene regulado mediante el Decreto 34/1998, de 31 de marzo.

La labor realizada a lo largo de los últimos años denota un esfuerzo e implicación importantes que han permitido la conservación *ex situ* de la raza pero también el aumento censal en explotaciones ganaderas de la zona.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA RAZA

Se trata de animales ortoides (perfil recto) de tamaño y proporciones medias (alzada a la cruz de 1,41 y 1,34 m en machos y hembras respectivamente) que destacan por su morfología poco evolucionada, su aspecto general rústico y su excelente adaptación al medio en que se desenvuelven (foto 1). Su piel es de color blanco aunque tiende a amarillear ligeramente en el tercio anterior conforme los animales van creciendo. Sus mucosas son rosadas, con la excepción de algunos casos en que aparecen ligeramente pizarrosas. Los cuernos, de color grisáceo uniforme, están insertados en la misma prolongación de la nuca y dirigidos hacia delante con las puntas hacia arriba. La presencia de una papada bien desarrollada es sobretodo frecuente en los machos (Decreto 34/1998).

Foto 1. Ejemplares puros de raza Blanca Cacereña (Fuente: Autor)



CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LA RAZA

La cría de esta raza se enmarca en el ecosistema de la Dehesa, principalmente en el Suroeste de la Península Ibérica. Al igual que otras razas o cruces bovinos existentes en la zona, la Blanca Cacereña se explota en condiciones de total extensividad, estando los animales adultos al aire libre durante todo el año y, por tanto, haciendo frente a la meteorología cambiante. Tal y como sucede en cualquier explotación extensiva de las regiones referidas (Ahumada, 1998), los terneros son criados por las madres en régimen de total libertad hasta los 6 – 7 meses, edad a la que son destetados para, a continuación, empezar el cebo en estabulación libre. Se trata de una raza con indiscutible facilidad de parto (99,5 % de partos sin asistencia). Como el sistema de explotación de la raza es totalmente extensivo y dadas la excelente adaptación al medio y rusticidad de este ganado, la alimentación se limita generalmente a los pastos disponibles, a los ramones resultantes de la poda de las encinas y a las bellotas. Eventualmente, en épocas de marcada escasez, la alimentación se complementa con paja, heno y algún tipo de pienso compuesto.



Si bien destacó en el pasado como raza de labor y tracción, hoy en día la única aptitud productiva de la Blanca Cacereña es cárnica. Aunque sus rendimientos son pobres en comparación con otras razas, su carne ha sido valorada de buena a excelente en diferentes catas en base a su grasa, textura, sapidez y terniza (Calero *et al.*, 20007).

La tabla 1 muestra un estudio comparativo de las producciones de varias razas bovinas. En general, los rendimientos productivos de las razas autóctonas españolas son peores que los de las razas selectas francesas. No obstante, cabe destacar que el mayor tamaño de estas últimas conduce a mayores pesos de los terneros al nacimiento y por tanto mayor dificultad de parto. Asimismo un mayor peso vivo implica mayores necesidades de mantenimiento que, en condiciones de extensividad, no siempre es fácil cubrir dadas las bajas disponibilidades alimenticias. De la comparación de las tres razas autóctonas españolas presentadas, se deduce que los índices productivos de la Avileña o la Retinta son sólo un 10 % mayores que los de la Blanca Cacereña.

Tabla 1. Rendimientos productivos de distintas razas bovinas¹

	Rubia de Aquitania	Charolesa	Limusina	Avileña	Retinta	Blanca Cacereña
Peso al nacimiento ♂ (kg)	47	49	41	37	40	29
Peso a los 6 meses ♂ (kg)	250	255	239	173	195	163
Peso a los 12 meses ♂ (kg)	487	489	447	351	393	333
Peso toros adultos (kg)	1200-1400	1000-1400	1000-1300	800-1000	900-1000	780-1000
Peso vacas adultas (kg)	800-900	700-900	650-850	500-600	500-600	500-550
Altura a la cruz (cm)	145-160	135-150	135-145	138-146	139-144	134-141
Facilidad de parto (%)	95	92	98	99,5	99,5	99,5
Rdto. a la canal (%) ²	65	65	65	55	56	55
Ganancia de peso (g/d) ³	1300-1400	1300-1400	1300-1400	1198	1165	1082
IC (kg pienso/kg peso) ³	4,8	4,8	4,7	5,2	5,1	5,1

¹Elaboración propia a partir de Sánchez Belda (1984), Ambrona (1989), Bartolomé y García (1996), Ahumada (1998) y Chardon (2004).

² Para 500 – 550 kg P.V.; ³ En cebo.

En lo que respecta a la calidad de la canal, Ambrona (1989) presenta un estudio realizado con 26 animales Blancos Cacereños puros (con una edad media de 15,7 meses y un peso vivo de $425 \pm 35,4$ kg) en el que el rendimiento medio a la canal fue de $53,8 \pm 1,69$ %. El despiece medio de estos animales, expresado como % del peso medio de la canal ($228,9 \pm 22,0$ kg), se muestra en la tabla 2. Sobre peso vivo, la cabeza representó un 3,2 % y la piel un 10 %, valor idéntico al apuntado por Sánchez Belda (1984) para la Avileña.

Tabla 2. Despiece medio de la canal de la raza Blanca Cacereña¹

Extras: 2,15	Primeras: 38,3	Segundas: 14,6	Terceras: 19,1
Rabo: 0,46	Hueso: 16,2	Sebo: 4,28	Mermas: 2,29

¹Expresado como porcentaje del peso medio de la canal (228,9 kg).

Según Ambrona (1989), la longitud isquio costal, la longitud de la pierna y el espesor plano costal medidos sobre la canal fueron de 126, 80 y 47 cm, respectivamente.

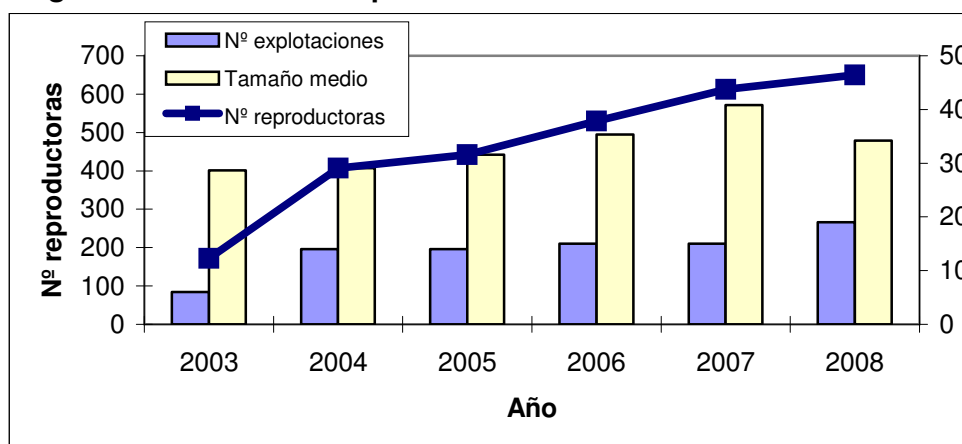
SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad, los animales de la raza (650 hembras adultas y 25 toros) se distribuyen en 19 ganaderías (una de ellas en Huelva y el resto en Extremadura). La figura 1 muestra la positiva evolución censal que es reflejo de los incentivos concedidos y de los esfuerzos realizados por parte de la Asociación. Por otro lado, el banco de germoplasma de la Blanca Cacereña consta de una reserva de 33 embriones y 84793 dosis seminales.



Asimismo, existen 19 sementales donantes en servicio en la Unidad de Reproducción del CENSYRA de Badajoz (Calero *et al.*, 2007).

Figura 1. Características poblacionales de la raza Blanca Cacereña¹



¹Elaboración propia a partir de Delgado (2007) y Calero *et al.* (2007).

En base a todas las características productivas, morfológicas y poblacionales expuestas, la tabla 3 muestra un análisis DAFO de la situación actual de la raza y pretende arrojar algunas perspectivas de futuro dentro del contexto de la Política Agrícola Común (PAC).

Tabla 3. Análisis DAFO de la situación actual de la raza Blanca Cacereña

Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none">✓ Bajos rendimientos productivos y limitada rentabilidad económica.✓ Dificultad de manejo debida a su poca docilidad.	<ul style="list-style-type: none">✓ Introgresión genética de otras razas selectas.✓ Escaso censo de reproductores y problemas asociados a la consanguinidad.
Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none">✓ Rusticidad y excelente adaptación al medio (climatología y orografía).✓ Eficaz aprovechamiento de los recursos naturales y escasas necesidades de mantenimiento.✓ Cualidades maternas, buena fertilidad y facilidad de parto.✓ Sistemas de explotación con bajos inputs.	<ul style="list-style-type: none">✓ Posibilidad de percibir distintas ayudas económicas destinadas al fomento de razas autóctonas.✓ Contribuye a la sostenibilidad de un sistema de explotación ganadero y por ello, su cría concuerda con la actual PAC que busca una agricultura acorde con el medio natural y la utilización de sus recursos.

CONCLUSIONES

Las líneas del programa de recuperación de la raza son la preservación *in situ* (a través del núcleo de conservación genética que minimiza el incremento de consanguinidad por generación y el mantenimiento de animales vivos en ganaderías) y la preservación *ex situ* (banco de ADN, de ovocitos, de semen y de embriones congelados).

BIBLIOGRAFÍA

- Ahumada A. 1998. En: Vacuno de carne: aspectos claves. 2ª ed. Mundi Prensa. Buxadé C. (coord.): 135 – 162.
- Ambrona J. 1989. Raza Blanca Cacereña. Diputación Provincial de Cáceres.
- Bartolomé P., García L.J. 1996. Mundo Ganadero 81: 34 – 35.
- Bergua J.B. 1977. Historia de las Religiones. Clásicos Bergua.
- Calero R., Bravo J.A., Bartolomé P. 2007. Agricultura y Ganadería Extremeñas. Informe 2007, 203 – 226.
- Chardon D. (director) 2004. Bulletin de l'Élevage français. Sopexa.
- Delgado E., Barrientos A. 2007. Agricultura y Ganadería Extremeñas. Informe 2007, 227 – 246.
- Sánchez Belda A. 1984. Razas Bovinas Españolas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Vallejo M., Iglesias A., Sánchez García L., González P., Tuñón M.J. 1990. Arch. Zootec. 39: 197 – 210.



EFFECTO DE LA FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN Y EL AYUNO SOBRE EL CRECIMIENTO, CALIDAD DE AGUA, COMPOSICIÓN CORPORAL Y ESTRÉS EN LA CRÍA DE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)

López, Javier; Domínguez, Juan

Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: javier.lopezl@upm.es

RESUMEN

Los ensayos con la frecuencia de alimentación están todavía poco desarrollados en especies como la tilapia, así como el estudio del ayuno como alternativa a los altos costes de la alimentación. En este estudio se evaluó el efecto de 2 frecuencias de alimentación (2 y 4 comidas/día) y un ciclo de 1 día de ayuno por cada 4 días frente al no ayuno (4 tratamientos en total). El tratamiento con 4 comidas/día y sin ayuno mostró los mejores resultados de ganancia de peso, pero no hubo diferencias en el IC, PER o CV entre los tratamientos. Los peces correspondientes al tratamiento con 4 comidas/día registraron los niveles más altos de grasa corporal y los más bajos de energía. Los niveles más altos de cortisol se dieron con 2 comidas/día y sin ayuno. No hubo diferencias importantes en la calidad de agua.

Palabras clave: ayuno, frecuencia alimentación, tilapia

INTRODUCCIÓN

La determinación de la frecuencia de alimentación óptima en acuicultura permitirá un mayor beneficio económico, gracias a la optimización del crecimiento y a una mayor eficiencia en el uso del alimento (Ali, 2005). Riche y Garling (2003) aseguran que los individuos de tilapia alimentados a intervalos de 2-3 horas comen más de lo que sus estómagos pueden contener, por lo que el alimento “extra” pasa por el estómago sin ser digerido y se desaprovecha; sin embargo, los peces alimentados cada 4-5 horas comen aproximadamente la misma cantidad de alimento que necesitan para llenar sus estómagos (Riche *et al.*, 2004a). La frecuencia de alimentación juega un papel muy importante porque puede afectar al crecimiento (Dwyer *et al.*, 2002; Zhou *et al.*, 2003), calidad del agua (de la Gándara *et al.*, 2002; Ali *et al.*, 2003), homogeneidad del grupo (Jobling, 1983; Pickering, 1998; Wang *et al.*, 1998) y al bienestar (Reddy y Leatherland, 2003; MacFarlane *et al.*, 2004).

Aunque se ha demostrado que la tilapia aguanta niveles sub-óptimos de alimentación (Macaranus *et al.*, 1997), existe muy poca información respecto al uso del ayuno como sistema de alimentación en tilapia, y además con malos resultados (Byamungu *et al.*, 2001). Sin embargo, sí que existe numerosa literatura sobre otras especies: se ha comprobado que después de un ayuno, la eficiencia alimenticia se incrementa (Kim y Lovell, 1995; Gaylord y Gatlin, 2000) y el consumo de oxígeno se reduce hasta en un 40% (Wieser *et al.*, 1992). Desde el punto de vista económico es de una gran importancia el estudio del ayuno, ya que permitiría reducir costes en la alimentación. El objetivo de este estudio es determinar el efecto de la aplicación de ciclos de 1 día de ayuno cada 4 días, además de de 2 frecuencias de alimentación diferentes, sobre parámetros de crecimiento, calidad de agua, composición corporal y bienestar en tilapia del Nilo.

MATERIAL Y MÉTODOS

La prueba experimental se llevó a cabo en las instalaciones para acuicultura de los Campos de Prácticas del Departamento de Producción Animal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (UPM, Madrid). Se dispuso de 240 machos de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) con un peso medio de 24 ± 12 g, distribuidos en 24



tanques de producción (n=10 peces por tanque) de fibra de vidrio de 120 l de capacidad, unidos dos a dos mediante un biofiltro, contando con otros 4 tanques sin peces. Se utilizó un pienso comercial para tilapias, suministrado por la empresa DIBAQ Acuicultura.

Se establecieron 2 frecuencias de alimentación (2 y 4 comidas/día) y dos sistemas de suministro del alimento (diaria y en ciclos de 3 días de suministro normal+1 día de ayuno), resultando un total de cuatro tratamientos (n=6 tanques por tratamiento).

Se pesaron los peces los días 1 y 52 del experimento, calculando con los datos de los pesos y el consumo de pienso: ganancia de peso, ganancia relativa ((peso final-peso inicial)/peso inicial), tasa de crecimiento específico TCE ($\ln(\text{peso final}/\ln \text{peso inicial}) \times 100/\text{días}$), índice de conversión IC (consumo pienso/ganancia peso), índice de eficiencia de la proteína (ganancia peso/consumo proteína) y coeficientes de variación de los pesos vivos (desviación estándar/media). Además se tomó una muestra de agua en cada tanque los días 1 y 52 para análisis de iones en el Departamento de Fitotecnia-Producción Vegetal de la ETSI Agrónomos: conductividad eléctrica (CE), bicarbonatos (HCO_3^-), nitratos (NO_3^-), amonio (NH_4^+), fluoruros (F^-), fosfatos (H_2PO_4^-), sulfatos (SO_4^{2-}), cloruros (Cl^-), sodio (Na^+), potasio (K^+) y magnesio (Mg^{2+}). Posteriormente se calculó la concentración de dióxido de carbono (CO_2) mediante ecuaciones descritas por Timmons *et al.* (2002).

Igualmente se tomaron 3 peces por tratamiento para análisis de composición corporal, moliéndose a continuación y realizando análisis de humedad (H), materia seca (MS), energía bruta (EB), cenizas (Ce), proteína bruta (PB) y extracto etéreo (EE) según métodos oficiales (AOAC, 2000) en el Departamento de Producción Animal de la ETSI Agrónomos. Finalmente, el día 52 de la prueba se procedió a sacar una muestra de sangre a 2 peces al azar de cada tanque; estas muestras se mezclaron con heparina y fueron centrifugadas a 1500 xg y congeladas a -80°C para la cuantificación de cortisol mediante radioinmunoensayo en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid.

Los datos se analizaron utilizando el programa estadístico SAS 6.12 (1990), tomando el tanque como unidad experimental. Se analizaron los datos de crecimiento, calidad de agua y cortisol (bienestar) mediante un análisis de varianza y posterior comparación de medias mediante un test LSD y nivel de significación de 0.05 ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se optó por descartar 2 tanques por tratamiento debido a que en ellos se registró una alta mortalidad. Los resultados de crecimiento, calidad de agua y composición corporal se muestran en las Tablas 1, 2 y 3.

En cuanto a los resultados de cortisol, el tratamiento 2x mostró unos niveles significativamente más altos ($P < 0.001$; $\text{SEM} = 7.0$; $n = 6$) de esta hormona (83.6 ng/ml), frente al 4x (14.1 ng/ml), 2a (28.7 ng/ml) y 4a (17.9 ng/ml).

No se encontraron diferencias claras entre frecuencias (ganancia de peso e IC); a este respecto, Wang *et al.* (1998) afirma que el efecto de la frecuencia de alimentación en el IC es pequeño. Riche *et al.* (2004a; 2004b) tampoco encontraron diferencias con tilapia de pesos similares a los utilizados en este experimento.

A pesar de que se distribuyó una mayor cantidad de pienso en los tanques sin ciclos de ayuno, no se registraron diferencias en la calidad del agua, lo que podría explicarse por el buen funcionamiento de los biofiltros.

El ayuno ha sido muy poco estudiado en tilapia: Byamungu *et al.* (2001) encontró que los individuos de *Oreochromis aureus* de 30 g de peso inicial sometidos a un ayuno 2 de cada 7 días presentaban peor crecimiento que los alimentados normalmente. En general, la imposición de una restricción en la alimentación en individuos juveniles no es suficiente para inducir un crecimiento compensatorio (Jobling *et al.*, 1994), aunque es necesaria una mayor investigación con tilapia, ya que numerosos parámetros (edad peces, tipo de alimentación) pueden influir.



El cortisol es una hormona muy poco estudiada en tilapia: sólo Vijayan *et al.* (1997) ofrecen valores medidos (100 ng/ml) en situaciones de estrés por confinamiento en individuos de en tilapias de 220 g. En nuestra opinión, la gran diferencia entre el tratamiento 2x y el resto no debería ser explicada solamente por los tratamientos, si no que es probable que puedan haber influido otros factores (competencia social).

Tabla 1. Resultados productivos en alevines de tilapia del Nilo (25-55 g) con 2 frecuencias de alimentación (2-4 comidas/d) y 2 sistemas de ayuno (sin ayuno y 1 de cada 4 días)

Variable	2x	4x	2a	4a	SEM (n=4)	P
Peso inicial (g)	22.1	27.5	24.7	24.2	1.96	n.s.
Peso final (g)	58.7 ^{ab}	63.2 ^a	56.5 ^{ab}	51.8 ^b	2.37	**
Ganancia peso (g)	33.8 ^{ab}	38.3 ^a	31.6 ^{ab}	26.9 ^b	2.37	*
Ganancia relativa (%)	1.37 ^{ab}	1.56 ^a	1.29 ^{bc}	1.07 ^c	0.09	*
TCE (%/d)	1.66 ^{ab}	1.80 ^a	1.58 ^{bc}	1.40 ^c	0.07	*
IC (g/g)	1.25	1.06	1.05	1.16	0.06	n.s.
PER (g/g)	2.33	2.71	2.79	2.48	0.16	n.s.
Consumo pienso (g/pez)	41.6 ^a	40.2 ^a	32.1 ^b	30.9 ^b	0.51	***
CV inicial	0.294	0.311	0.330	0.317	0.01	n.s.
CV final	0.442	0.335	0.369	0.221	0.08	n.s.
Diferencia CV	0.147	0.024	0.039	-0.096	0.08	n.s.

2x: 2 comidas/d, sin ayuno; 4x: 4 comidas/d, sin ayuno; 2a: 2 comidas/d, con ayuno; 4a: 4 comidas/d, con ayuno

*P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001; n.s.: no significativo

Tabla 2. Resultados calidad de agua en alevines de tilapia del Nilo (25-55 g) con 2 frecuencias de alimentación (2-4 comidas/d) y 2 sistemas de ayuno (sin ayuno y 1 de cada 4 días)

Variable	2x	4x	2a	4a	Control	SEM (n=6)	P
Temperatura	27.2 ^a	27.0 ^{ab}	27.0 ^{ab}	26.4 ^c	26.5 ^{bc}	0.24	*
Oxígeno	5.7 ^b	5.5 ^b	5.6 ^b	5.7 ^b	7.6 ^a	0.15	***
pH	6.6	6.4	6.6	6.8	6.7	0.17	n.s.
CE	1.00 ^a	1.03 ^a	1.01 ^a	0.88 ^a	0.11 ^b	0.19	***
Bicarbonatos	31.7	19.6	21.2	26.0	24.9	8.57	n.s.
CO ₂	10.1 ^b	14.2 ^a	10.1 ^b	8.2 ^b	11.2 ^{ab}	1.86	*
Nitratos	291.1 ^a	319.9 ^a	272.9 ^a	270.6 ^a	3.8 ^b	57.6	***
Amonio	0.008	0.007	0.013	0.005	0.007	0.01	n.s.
Fluoruros	0.09	0.16	0.08	0.09	0.10	0.05	n.s.
Fosfatos	15.1 ^{ab}	16.9 ^a	13.5 ^{ab}	11.5 ^b	0.0 ^c	2.30	***
Sulfatos	22.6 ^a	22.9 ^a	21.8 ^a	21.6 ^a	10.0 ^b	1.98	***
Cloruros	91.9 ^a	86.4 ^a	100.5 ^a	67.1 ^a	8.1 ^b	22.4	**
Sodio	169.3 ^a	171.9 ^a	170.4 ^a	144.6 ^a	6.9 ^b	39.7	***
Potasio	22.3 ^a	20.9 ^a	17.0 ^a	17.3 ^a	1.5 ^b	2.93	***
Calcio	34.0 ^a	36.0 ^a	33.6 ^a	32.8 ^a	15.4 ^b	2.74	***
Magnesio	6.2 ^a	6.0 ^a	5.8 ^a	5.9 ^a	2.2 ^b	0.73	***

2x: 2 comidas/d, sin ayuno; 4x: 4 comidas/d, sin ayuno; 2a: 2 comidas/d, con ayuno; 4a: 4 comidas/d, con ayuno

*P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001; n.s.: no significativo

Todas las variables en mg/l, excepto temperatura (°C), pH y CE (mS/cm)

Tabla 3. Resultados composición corporal en alevines de tilapia del Nilo (25-55 g) con 2 frecuencias de alimentación (2-4 comidas/d) y 2 sistemas de ayuno (sin ayuno y 1 de cada 4 días)

Variable	2x	4x	2a	4a	SEM (n=3)	P
H (%)	75.2 ^a	75.3 ^a	73.3 ^b	74.8 ^a	0.38	*
MS (%)	96.4	96.5	96.5	96.5	0.07	n.s.
Ce (%)	17.5	14.2	15.6	17.5	1.40	n.s.
EB (Kcal/kg)	5127 ^a	4948 ^b	5192 ^a	5010 ^b	16.5	**
PB (%)	61.3 ^b	61.4 ^b	61.5 ^b	63.7 ^a	0.39	*
EE (%)	9.1 ^c	19.9 ^a	13.9 ^b	18.8 ^a	0.70	***

2x: 2 comidas/d, sin ayuno; 4x: 4 comidas/d, sin ayuno; 2a: 2 comidas/d, con ayuno; 4a: 4 comidas/d, con ayuno; *P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001; n.s.: no significativo



CONCLUSIONES

El tratamiento con 4 comidas/día y sin ayuno (4x) tuvo los mejores resultados en ganancias de peso, aunque no hubo diferencias en el IC, PER o CV, por lo que los ciclos de ayuno pueden ser una opción no descartable. El tratamiento con 4 comidas/día y ayuno (4a) obtuvo los niveles más altos de proteína, mientras que una menor frecuencia de alimentación aumentó los niveles de energía y la frecuencia más alta aumentó los niveles de grasa. Finalmente, los peces con 2 comidas/día y con ayuno (2a) mostraron un estrés más alto que los otros tratamientos.

BIBLIOGRAFÍA

- Ali, T. El-Sayed, Moñino, A. y Jover, M. 2003 Primeros ensayos de determinación del consumo de oxígeno de juveniles de tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) bajo diferentes condiciones de temperatura y frecuencia alimentaria. CIVA, 885-890.
- Ali, T El-Sayed. 2005. Contribution to the study of feeding strategies on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fed extruded diets. PhD Diss. *Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia.*
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official Methods of Analysis, 17th ed. AOAC, Washington, DC.
- Byamungu, N., Darras, V.M. y Kühn, E.R. 2001. Growth of heat-shock induced triploids of blue tilapia, *Oreochromis aureus*, reared in tanks and in ponds in Eastern Congo 1: feeding regimes and compensatory growth response of triploid females. *Aquaculture* 198, 109-122.
- De la Gándara, F, Jover, M. y García-Gómez A. 2004. Effect of continuous food supply on the oxygen consumption of young Mediterranean Yellowtail (*Seriola dumerili* Risso, 1810). *Aquac. Int.* 12:205-213
- Dwyer, K.S., Brown, J.A., Parrish, C. y Lall, S.P. 2002. Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*). *Aquaculture* 213:279-292.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) 2006. Estadísticas de Pesca: Producción de Acuicultura. Colección FAO Estadística N° 191. Roma, Italia.
- Gaylord, T.G. y Gatlin III, D.M. 2000. Assessment of compensatory growth in channel catfish *Ictalurus punctatus* R. and associated changes in body condition indices. *J. World Aquac. Soc.* 31:326-336.
- Jobling, M., 1983. Effect of feeding frequency on food intake and growth of Arctic charr *Salvelinus alpinus* L. *J. Fish Biol.* 23:177-185.
- Jobling, M., Meloy, O.H., dos Santos, J., Christiansen, B. 1994. The compensatory growth response of the Atlantic cod: effect of nutritional history. *Aquac. Int.* 2:75-90.
- Kim, M.K. y Lovell, R.T. 1995. Effect of restricted feeding regimens on compensatory weight gain and body tissue changes in channel catfish *Ictalurus punctatus* in ponds. *Aquaculture* 135:285-293.
- Macaranus, J.M., Mather, P.B., Lal, S.N., Vereivalu, T., Lagibalavu, M. y Capra, M.F. 1997. Genotype and environment: a comparative evaluation of four tilapia stocks in Fiji. *Aquaculture* 150:11-24.
- McFarlane, W.J., Cubitt, K.F., Williams, H., Rowsell, D., Moccia, D., Gosine, R. y McKinley, R.S. 2004. Can feeding status and stress level be assessed by analyzing patterns of muscle activity in free swimming rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum)? *Aquaculture* 239:467-484.
- Pickering, A.D. 1998. Stress responses in farmed fish. In: *Biology of Farmed Fish*. Black KD & Pickering AD (eds), Sheffield Academic Press, Sheffield, UK.
- Reddy, P.K. y Leatherland, J.F. 2003. Influences of photoperiod and alternate days of feeding on plasma growth hormone and thyroid hormone levels in juvenile rainbow trout. *J. Fish Biol.* 63:197-212.
- Riche, M. y Garling, D. L. 2003. Feeding tilapia in intensive recirculating systems. North Central Regional Aquaculture Center. Fact Sheet Series 114 (USDA).
- Riche, M., Haley, D.I., Oetker, M., Garbrecht, S. y Garling, D.L. 2004a. Effect of feeding frequency on gastric evacuation and the return of appetite in tilapia *Oreochromis niloticus* (L). *Aquaculture* 234:657-673
- Riche, M., Oetker, M., Haley, D.I., Smith, T. y Garling, D.L. 2004b. Effect of feeding frequency on consumption, growth, and efficiency in juvenile tilapia. *Isr. J. Aquacult.* 56:247-255.
- Statistical Analysis System Institute. 1990. SAS. User's Guide: Statistics. Version 6, 4th Edition. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Timmons, M.B., Ebeling, J.M., Wheaton, F.W., Summerfelt, S.T. y Vinci, B.J. 2002 Recirculating Aquaculture Systems. Northeastern Regional Aquaculture Center, USDA. Cayuga Aqua Ventures, Ithaca, NY, USA, p. 19-50.
- Vijayan, M., Pereira, C., Gordon, E. e Iwama, G. 1997. Metabolic responses associated with confinement stress in tilapia: the role of cortisol. *Comp. Biochem. Physiol.* 116:89-95.
- Wang, N., Hayward, R.S. y Noltie, D.B. 1998. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. *Aquaculture* 165:261-267.
- Wieser, W., Krumschnabel, G. y Ojwang-Okwor, J.P. (1992) The energetics of starvation and growth after refeeding in juveniles of 3 Cyprinid species. *Environ. Biol. Fish.* 33:63-71.
- Zhou, Z., Cui, Y., Xie, S., Zhu, X., Lei, W., Xue, M. y Yang, Y. 2003. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile carp (*Carassius auratus gibelio*). *J. Appl. Ichthyol.* 19:244-249.



***Ugni molinae* Turcz. (Myrtaceae) COMO RECURSO FITOGENÉTICO**

Kremer, María Carolina

Departamento de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

Departamento de Biología Vegetal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.
Correo electrónico: mckremer@uc.cl

RESUMEN

Ugni molinae Turcz. es una especie endémica de Chile, comúnmente llamada murtilla. Actualmente no es una especie con aplicaciones reconocidas a escala mundial, pero en los últimos años ha surgido el interés por el uso comercial de esta especie, en virtud de sus propiedades antioxidantes y fitoestrogénicas que se atribuyen a los componentes polifenólicos presentes en los extractos de hojas.

El objetivo del trabajo es presentar información de diversos aspectos de esta especie, como su clasificación botánica, características morfológicas, distribución geográfica, usos e importancia, con el fin de validar la consideración de *Ugni molinae* como un recurso fitogenético de importancia alimentaria y medicinal.

Palabras clave: recursos fitogenéticos, *Ugni*, Chile

INTRODUCCION

Ugni molinae Turcz. es una especie endémica de Chile, comúnmente llamada murtilla, perteneciente a la familia Myrtaceae. Actualmente no es una especie con aplicaciones reconocidas a escala mundial, pero en los últimos años ha surgido el interés por el uso comercial de esta especie, en virtud de sus propiedades antioxidantes y fitoestrogénicas que se atribuyen a los componentes polifenólicos presentes en los extractos de hojas.

La natural adaptación de esta especie a suelos de baja fertilidad, unida a su habilidad para competir con otras plantas, indican que la murtilla podría constituirse en una interesante alternativa no sólo para suelos degradados, sino también como una opción para el sector frutícola del sur de Chile. Además está la factibilidad de introducir esta especie en los mercados nacionales e internacionales como fruto fresco o procesado, ampliando su espectro actual de usos.

A partir de una revisión bibliográfica, se presentan diferentes aspectos de esta especie, como su clasificación botánica, características morfológicas, distribución geográfica, usos e importancia, con el fin de validar la consideración de *Ugni molinae* como un recurso fitogenético de importancia alimentaria y medicinal.

ANTECEDENTES DE LA ESPECIE

Ugni molinae Turcz. se clasifica dentro de la división Magnoliophyta, clase Magnoliopsida, subclase Rosidae, y familia Myrtaceae. Sus sinónimos son: *Myrtus ugni* Mol.; *Eugenia ugni* (Mol.) Hooker et Arnott; *Ugni poeppigii* O. Berg; *U. philipii* O. Berg; *U. ugni* (Mol.) Macloskie; *U. myrtus* Macloskie. Es llamada comúnmente murta, murtilla, murilla y, en inglés, tazziberry, Chilean guava (guayaba chilena).

Forma parte de las 6.265 especies de plantas vasculares existentes en Chile, de las cuales 14,5 % son introducidas y un 85,5 % lo constituyen especies autóctonas, clasificadas como nativas y endémicas (Marticorena, 1994; cit. por Seguel *et al.*, 1999).

Es un arbusto de follaje persistente, de altura variable entre 0,3 m y 1,70 m. Posee tallos muy ramificados desde la base formando manchones muy densos lo que hace difícil diferenciar una planta de otra. Presenta crecimiento vegetativo a partir de estolones (Venegas *et al.* 1995). Es de hojas opuestas, pecioladas, de forma lanceolada, color verde oscuro; y su copa es densa y apretada. Las flores (Imagen 1) son



hermafroditas, solitarias, de forma acampanada, miden de 1,0 a 2,5 cm, poseen 5 sépalos y 5 pétalos de color blanco, rosado o purpúreo, con estambres numerosos (40-60) y prominentes, y ovario ínfero (Matthei, 1995). Su polinización es cruzada en un 47 %, y se ve favorecida por la presencia de insectos del género *Bombus* (Andrade, 2000).

Imagen 1. Flores y frutos de murtilla



Se desarrolla en suelos bajos en fósforo y nitrógeno disponible, bajos en potasio intercambiable, y con altos porcentajes de saturación de aluminio, con un pH de 5,6 a 6,0. Prefiere lugares asoleados y secos, a orillas de bosque de coigüe (*Nothofagus dombeyi*) y ulmo (*Eucryphia cordifolia*), sin embargo también se le puede encontrar a orillas de cursos de agua. Se desarrolla formando matorrales de densidad variable, constituidos por la brotación de yemas radicales y también por el enraizamiento natural de las ramas que crecen pegadas al suelo (Lavín y Muñoz, 1988; cit. por Illanes, 1994, y por Seguel *et al.*, 2000). En lugares húmedos puede alcanzar una altura de 2 m, pero en lugares más secos y expuestos, su crecimiento es menor (Hoffman, 1982; cit. por Seguel *et al.*, 1999). Se encuentra en climas del tipo mediterráneo marino, marino húmedo patagónico, marino cálido, marino frío y marino fresco. La mayor frecuencia de la especie se presenta desde la depresión intermedia (72° E) hacia la Cordillera de la Costa (74° E) y desde los 10 hasta 300 msnm.

Historia: la planta era empleada por los mapuches, pueblo indígena del país, los que la utilizaban con propósitos culinarios y medicinales. Por una parte, *Ugni* proviene del vocablo mapuche uñi, con el que designaban a esta planta; *molinae*, en tanto, hace referencia al Abate Molina, intelectual chileno que describió por primera vez a la murta, en el siglo XVIII y escribió acerca del fruto en su "Compendio de la Historia Geográfica, Natural y Civil del Reino de Chile", que publicó en 1782: "*El Reino de Chile produce siete especies del género del mirto; y aunque todas son apreciables por su belleza y fragancia, sin embargo la más útil es la que los indios llaman Ugni, y los españoles Murtilla...*", "*...los naturales hacen con las bayas de este arbusto un vino agradable y estomacal, que excita el apetito, y que los forasteros prefieren al moscatel más delicado. Este licor tarda mucho en fermentar, pero luego que se sienta, queda claro, brillante y con una fragancia sumamente suave*".

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE

Características químicas de las hojas: Estudios realizados por la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas de la Universidad de Chile (Aguirre *et al.*, 2004), sugieren actividad antiinflamatoria y cicatrizante de los extractos de hojas de la murtilla. Los compuestos aislados e identificados correspondieron a triterpenos ácidos pentacíclicos: ácido oleanólico, ácido ursólico y ácido asiático. Este último ácido es extraordinariamente efectivo para los tratamientos de celulitis en cosmética y cicatrización de heridas en dermatología; su nombre proviene de una planta asiática, muy apreciada por la dermocosmética, denominada *Centella asiatica*. La murtilla tiene en sus hojas más del doble de ácido asiático que la *Centella asiática* (2,33% frente a 1%) (www.levinia.com). A esto se suma su altísimo rendimiento de extracción seca: más de un 10%, cuando de la mayoría de las plantas se extrae alrededor del 1%, convirtiéndola en un preciado recurso



farmacológico y validando el apelativo de "el oro verde de la cosmética" (www.murtillachile.cl)

Por su parte el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de la Frontera Temuco, Chile) está realizando estudios del efecto de las condiciones de extracción de hojas de murtilla sobre el contenido de componentes polifenólicos y la actividad antioxidante de los extractos de hojas. Los resultados indican un comportamiento antioxidante cercano al 95%, lo que hace de las hojas de murtilla una posible fuente de antioxidantes de naturaleza polifenólica (Aguirre et al. 2004).

Características de los frutos: Los frutos son de agradable sabor y aroma, y son utilizados para el consumo fresco, fabricación artesanal de mermeladas, jarabes, postres y licores (Novoa, 1983; cit. por Seguel *et al.* 2000). En la medicina casera se les atribuyen propiedades astringentes y estimulantes. Los antecedentes que a continuación se detallan derivan del estudio de 106 ecotipos que conforman la colección de germoplasma de murtilla del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) en Carillanca (Chile) (Torres *et al.*, 1999). El color de los frutos provenientes de zonas más calidas es rosado, amarillo claro o variegado; en zonas frías toman color rojo intenso. El diámetro del fruto fluctúa entre 0,9 y 1,3 cm y su peso unitario fluctúa entre 0,21 y 1,01 g (Imagen 2). Su contenido en sólidos solubles alcanza un promedio de 19,4 °Bx (grados Brix) con valores máximos de 28 °Bx. También existen ecotipos que poseen niveles comparativamente muy altos de ácido ascórbico (promedio 65,4 mg/100g), carotenos y polifenoles. En la Tabla 1 se compara la composición nutricional de la murtilla con la de otras frutas.

Tabla 1. Valor nutritivo de la murtilla comparado con el de otros frutos (según INIA-Carillanca. Proyecto FONDECYT 1960032)

	Murtilla	Arándano	Fresa	Cerezo	Frambuesa	Manzana	Naranja
Proteínas (g/100g)	0,9	0,7	0,6	1,1	1,2	0,3	0,9
Carbohidratos (g/100g)	17-19	9,6	7,7	16,1	18,1	13,8	s/i
Energía (kJ)	302	239	134	s/i	217	s/i	s/i
Vitamina C Mg/100g	65,38	9,7	37	7,1	26,2	4,7	59

s/i: sin información

Características químicas de las semillas: Estudios realizados en 1993 por la Facultad de Agronomía de la Universidad Leonardo Da Vinci (Rancagua, Chile) demostraron que los frutos de la murtilla poseen en sus semillas aceites con un alto grado de insaturación, un importante contenido de ácido linoleico y ausencia de ácido linolénico, lo que indica que serían potencialmente una buena fuente de aceite comestible, pudiendo constituirse en un suplemento dietético de buena calidad. Según la clasificación de Masson y Mella las características antes descritas permitirían ubicar al aceite de murta dentro del grupo II de grasas vegetales (con más del 40 % de ácido linoleico), en el que se encuentran los principales aceites comestibles utilizados tales como los de maíz, girasol y semilla de uva. El ácido linoleico es un nutriente esencial en la síntesis de prostaglandinas, generación de membranas celulares, mecanismos de defensa y regeneración de tejidos. Lo anterior hace suponer que el aceite de murta representaría también una fuente potencial en la fabricación de cosméticos (www.murtillachile.cl).

USOS

La murtilla silvestre se ha utilizado en alimentos tradicionales de la Zona Sur de Chile, en especial para su consumo fresco, vendida en los mercados y ferias locales, para la



preparación de mermeladas y postres. Hoy la situación ha cambiado, la murtilla no sólo forma parte de una tradición sino que los agricultores, empresarios e industriales la ven como un producto de gran proyección. Además ya se cuenta con dos cultivares comerciales South pearl y Red pearl, librados por INIA Carillanca a fines de 2008, lo cual favorece su cultivo y evita así la extracción a partir de plantas silvestres (www.murtillachile.cl). En la isla de Tasmania (Australia), donde se denomina Tazziberry a la murtilla, existe un Banco de Germoplasma de murtilla en el instituto TAFE (Tasmanian Advanced Further Education). En la Universidad de Otago (Nueva Zelanda) también se ha trabajado en determinar la composición nutricional y compuestos volátiles de la murtilla, denominada por los neozelandeses como "New Zealand cranberry".

La agroindustria chilena ha desarrollado productos derivados de la murtilla destacando licores, mermeladas, chocolates, infusiones, productos cosméticos y aroma de murtilla. Dentro de las aplicaciones en cosmetología, principalmente de las hojas, las empresas Levinia y Manfredini han lanzado líneas de productos basados en esta planta denominadas Vita Murtilla y Murticel (www.murtillachile.cl)

En los últimos años se han hecho los primeros intentos de mostrar sus atributos en otros mercados diferentes a los chilenos, a través de los proyectos de INIA; con apoyo de sus asociados se han enviado partidas de prueba a EEUU, Japón, Corea del Sur y Europa, despertando en todos un gran interés. Algunos de estos atributos son: aroma, sabor descrito como una mezcla entre la fresa silvestre y la guayaba, color y tamaño de sus frutos; nuevas formas para su consumo en preparados alimentarios y otros subproductos, capacidad de almacenamiento de los frutos y su uso cosmético y farmacológico.

CONCLUSIONES

Para Chile sería muy beneficioso posicionar la murtilla y sus derivados como bienes distintivos del país en el mercado agroalimentario mundial. Actualmente no es una especie reconocida, pero debería incluirse dentro de las especies tradicionales de exportación, aprovechando que se trata de un fruto nativo y que sus características alimentarias son tanto o más interesantes que las de muchos otros frutos.

Con los antecedentes descritos en este trabajo, se concluye que *Ugni molinae* Turcz. es una especie de gran utilidad tanto en la alimentación, por sus altos contenidos en antioxidantes, aceites y azúcares, como para su uso en la medicina y farmacéutica, por sus capacidades antiinflamatorias y cicatrizantes. Además se utiliza gran parte de sus estructuras: hojas, frutos y semillas, convirtiéndose en una especie muy valiosa como recurso fitogenético.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre M.C., Delporte C., Backhouse N., Erazo S. y Negrete R. 2004. Triterpenoides Bioactivos de las hojas de *Ugni molinae* Turcz. "Murtilla".
- Andrade P., Victor H. 2000. Memoria de Título. Escuela de Agronomía Universidad Austral de Chile. 92 p.
- Hoffmann, A. 1982. Flora silvestre de Chile. Zona austral. Ediciones Fundación Claudio Gay. Santiago.
- Illanes, G. 1994. Memoria de Título. Escuela de Agronomía. Universidad de Chile. 100 págs.
- Martcorena, C. 1994. Catálogo de flora vascular de Chile. Gayana Botánica. 47 (3-4): 85-113.
- Matthei, O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Alfabeta Impresores. Santiago. 273p.
- Novoa, H. R. 1983. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 90 p.
- Seguel I., Peñaloza E., Gaete, N., Montenegro A., Torres A. 2000. Colecta y caracterización molecular de germoplasma de murta (*Ugni molinae* Turcz.) en Chile. AGROSUR 28(2) 32 –41.
- Seguel I., Riveros M., Lehnebach C. y Torres A. 1999. INIA Carillanca. Chile. AGRO SUR 28(2) 32 – 41.
- Torres A., Seguel I., Contreras J., Castro G. 1999. Caracterización físico-química de frutos de Murta (murtilla) *Ugni molinae* Turcz. Agricultura Técnica (Oct-Dic 1999) v. 59(4) p. 260-270 (ST-INIAB).

Sitios web consultados: www.murtillachile.cl, www.bayasdelsur.cl, www.tazziberry.com, www.myrthus.com, www.wikipedia.com, www.chilebosque.cl, www.inia.cl, www.levinia.com, www.chilepotenciaalimentaria.cl, www.ipni.org, www.tropicos.org, www.gbif.org, www.ars-grin.gov, www.bayasdelsur.cl, www.frutosdeafunahue.cl, www.levinia.com



COMERCIALIZACIÓN DE CUYES EN UNA REGIÓN ANDINA DE PERÚ. PROYECTO DE COLABORACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA MOLINA (PERÚ)

Peña, Sara

*Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias.
E.T.S.I. Agrónomos .Universidad Politécnica de Madrid
Correo electrónico: sara.pena@upm.es*

RESUMEN

El trabajo se centra en el estudio de la comercialización de cuyes para su aplicación a un proyecto sobre su producción en la comunidad campesina (CC) de Quero situada en la sierra central de Perú. Quero es una comunidad pobre y basa su economía en la agricultura y la ganadería. Se encuentra situada por encima de los 3.200 m, en una quebrada que afluye a al río Mantaro en uno de los valles interandinos más ricos a nivel agrícola de Perú.

Los cuyes son unos roedores de origen andino que se consumen por su carne desde tiempos ancestrales y se crían de forma habitual en los hogares de los pobladores de los Andes, generalmente por las mujeres. La cría de estos animales está evolucionando de producciones familiares a producciones más tecnificadas y con visión comercial hacia los que es importante estudiar los canales de comercialización para los distintos mercados.

Palabras clave: *cadena alimentaria, cuy, Perú*

INTRODUCCIÓN

La comunidad de Quero es una comunidad campesina de los Andes en Perú. Se ha diseñado un proyecto de desarrollo para la producción de cuyes y en paralelo se ha hecho un estudio de la comercialización de estos animales. El objetivo del estudio es el conocimiento de las posibilidades reales de venta de la producción derivada del proyecto. Se ha analizado el mercado internacional, nacional y la estructura de la cadena alimentaria.

El proyecto tiene por objetivo la producción de cuy y ha sido posible gracias a la colaboración entre la Universidad Politécnica de Madrid y la Universidad Nacional Agraria de La Molina con una financiación de 30.000 €.

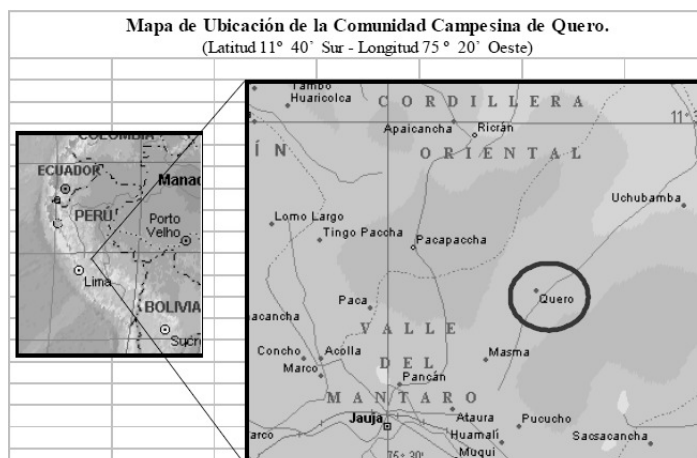
TIPOLOGÍA Y NATURALEZA DEL PROYECTO

El proyecto de desarrollo diseñado para la comunidad de Quero se centra en valorar las capacidades de las personas que allí viven para integrarlas en el mercado produciendo productos autóctonos y con especial interés a las cuestiones de género.

Ubicación de la CC Quero

La Comunidad Campesina de Quero se ubica en una quebrada que afluye al Valle del Mantaro. El dominio de la comunidad está por encima de los 3.200 metros con las limitaciones que eso conlleva a la producción agrícola.

El valle de Mantaro es un valle interandino ubicado en la sierra central. Es un valle muy productivo en forrajes y otras producciones agrícolas. Es una zona que suministra alimento a las ciudades allí ubicadas como Huancayo. Por la cercanía a Lima a través de la carretera central puede suponer la región que suministre productos de la sierra a la ciudad. En la **Figura 1** se ubica la comunidad dentro de Perú.

**Figura 1. Mapa de ubicación de Quero**

Recursos de la CC de Quero

La población tiene una infraestructura limitada, consta de una posta médica con atención un día a la semana y una escuela de educación primaria. Consta de alumbrado público y privado pero no existe ni agua corriente ni servicio de desagüe.

Quero está ubicada en una quebrada por la que pasa una carretera que comunica con Jauja. En la zona existen otras ciudades de importancia como Huancayo o Concepción. El Valle del Mantaró está comunicado con Lima por una carretera nacional. Por la carretera que cruza la comunidad los productores situados al otro lado del valle transportan sus productos para su venta en Jauja y Huancayo. Por último la comunidad dispone de dos locales comunales y de teléfono público.

Economía de la comunidad

La economía de Quero se basa en la agricultura y la ganadería. Entre los cultivos agrícolas que se cultivan son la patata, avena, olluco, oca, pastos, Nashua, cebada y haba.

La ganadería se compone de ovinos fundamentalmente aunque también hay vacunos, auquénidos que se usan para el transporte y cuyes que tienen las familias en sus casas para autoconsumo principalmente.

Producción de cuyes

Los cuyes son unos roedores que se producen para la propia familia, pero las producciones más tecnificadas no necesitan de grandes estructuras para llevar a cabo una producción comercial.

La alimentación se puede basar de forrajes aunque existen producciones en las que se basan en piensos y se complementa con forrajes para suplir la falta de vitamina C.

Además la producción de cuyes suele llevarse a cabo por las mujeres, por lo que la potenciación de dicha producción puede favorecer la situación de las mujeres en la sociedad.



Mercado Internacional de cuyes

La carne de cuy se produce y se consume en Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia. Existen diferencias en el tamaño de los cuyes y en las razas según países. Ecuador es uno de los países más productores y exporta cuyes a otros países.

Existen mercados hacia los que puede ser interesante la exportación. Se han exportado a EEUU y puede existir demanda en Europa, aunque las exigencias en calidad de la UE pueden comprometerlas.

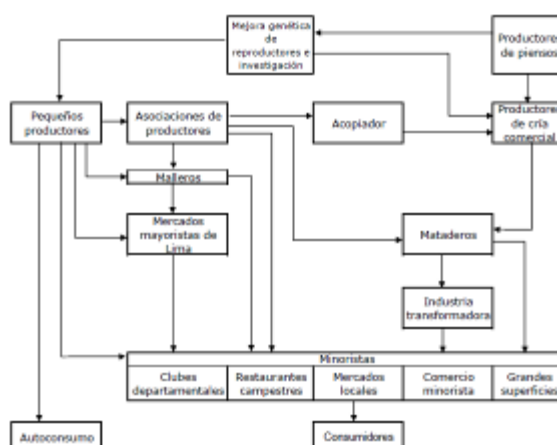
La demanda de cuyes puede tener un primer mercado objetivo que son los emigrantes procedentes de los países consumidores que habitan en EEUU o Europa; también pueden ser de interés los restaurantes de comida Andina que incluyan cuy entre sus platos.

Mercado Nacional de cuyes

No existe un censo actualizado de cuyes en Perú, el último es de 1994, aún así se estima en una población de más de veinte millones de animales. La producción de cuyes más generalizada es familiar para el consumo de la familia y en ocasiones la venta en las ferias regionales. Se están instalando explotaciones más tecnificadas de cuy donde la alimentación se basa en piensos. Se les suministra forraje por la necesidad de vitamina C de estos animales.

El consumo de cuyes está extendido en todo el territorio, aunque en mayor medida en la sierra peruana. Se suele consumir en fiestas y celebraciones. En Lima es un producto que se ha introducido en algunos supermercados ya sacrificado y en bandejas pero aún persisten los mercados donde se compran vivos. En la **Figura 2** se puede observar un esquema general de la cadena de valor de los cuyes y sus destinos.

Figura 2. Estructura de la cadena de comercialización de cuyes en Perú





ANÁLISIS DE RESULTADOS (DAFO)

El análisis de resultados se va presentar en una matriz de debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades.

Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none">- Producción heterogénea- Inestabilidad de precios- Falta de controles sanitarios que garanticen que el producto es apto para el consumo- Producción destinada hacia el mercado nacional y con limitaciones en el mercado internacional principalmente del tipo sanitario	<ul style="list-style-type: none">-Descenso del consumo de carne de cuy especialmente en la población de las ciudades-Competencia con otra producciones intensivas de cuyes con suministros constantes y calidades homogéneas
Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none">-Producto sin colesterol-Producción tradicional apreciada por los consumidores peruanos-Disponibilidad de los recursos necesarios para la producción de cuyes en Quero	<ul style="list-style-type: none">-Comercialización a las ciudades en las que ya no se produce para autoconsumo-Desarrollo de producciones aptas para la exportación a terceros países-Creación de marcas que le den valor a los productos tradicionales peruanos de la sierra

CONCLUSIONES

En la CC de Quero los medios de producción agrícola están limitados. Es una población aislada y que no participa apenas del mercado. Los intercambios comerciales son con las poblaciones cercanas. La diversificación de producciones adaptadas a las condiciones locales puede ser el comienzo para la mejora de las condiciones de vida de estas personas. Además la producción de cuyes es una producción en la que participan tanto hombres como mujeres haciendo a todos partícipes del desarrollo.

En el proyecto se han realizado las siguientes actividades para llevar a cabo la producción:

- Mejora de la producción de cuyes
- Construcción de zonas específicas para llevar a cabo la producción
- Abastecimiento de animales de raza homogénea aptos a las condiciones agroclimáticas
- Estudio de la cadena de valor de cuyes
- Búsqueda de superficie para la producción de pastos
- Integración de las mujeres en la producción

Actualmente se están produciendo cuyes en la comunidad gracias a la financiación de la UPM en colaboración con la Universidad Nacional Agraria de La Molina.

AGRADECIMIENTOS

A Isabel de Felipe Boente, Profesora de la ETSI. Agrónomos y directora de este trabajo; a Vilma Gómez Galarza Profesora de la Universidad Nacional Agraria de La Molina (Perú), coordinadora del proyecto en Perú; a ISF por el premio al Trabajo fin de Carrera en el II Concurso sobre Tecnología para el Desarrollo en el ámbito de la Cooperación Internacional; a la UPM por la financiación del proyecto de desarrollo Comercialización de cuyes Quero-Perú durante el año 2007

BIBLIOGRAFÍA

Peña,S. 2007 Estudio de la Comercialización de cuyes en una región andina. Trabajo Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.



LA PCR Y SUS APLICACIONES EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

Blanco, Ana E.; Decimavilla, Vanessa

Departamento de Industrias Agrarias y Alimentarias. E.T.S.i.Agrónomos .Universidad Politécnica de Madrid
Correo electrónico: ana.blanco.garcía@alumnos.upm.es,vanessadecimavilla@alumnos.upm.es

RESUMEN

La PCR (Reacción en cadena de la polimerasa) es una moderna técnica de biología molecular donde se amplifica “*in vitro*” una secuencia específica de ADN. Esto permite la identificación de organismos específicos de gran importancia en las industrias agroalimentarias como patógenos específicos (virus, bacterias, hongos, etc.) y otro grupo como son, los cada vez más numerosos, organismos modificados genéticamente o transgénicos. También tiene aplicación en la detección de mutaciones y otras variantes genéticas de los organismos. Además la amplificación específica de ADN se puede emplear para modificar biotecnológicamente especies de interés.

Es una técnica de gran sensibilidad (pueden obtenerse resultados a partir de unas pocas células), rápida (horas frente a otras técnicas que para identificar microorganismos requieren días) y reproducible. Su amplia utilización y su facilidad de manejo están permitiendo abaratar los costes de su uso y automatizar los procesos.

Palabras clave: PCR, ADN, identificación

INTRODUCCION

En la asignatura de Microbiología de los alimentos, que se cursa en tercero de carrera en la ETSIA, se nos propuso realizar un seminario para afianzar nuestros conocimientos en diferentes materias. De los diferentes temas propuestos nos interesó el de la PCR puesto que es un tema muy interesante para nuestra formación así como por ser una técnica muy utilizada en diferentes campos en la actualidad.

La realización del póster se llevó a cabo tras la realización del seminario, y de llevar a cabo una práctica de aplicación directa en la identificación de especies porcinas (Duroc e Ibérico) en la asignatura de Bases Bioquímicas, de la orientación de Producción Animal.

Los objetivos del póster es dar a conocer la técnica de la PCR convencional, frente a la PCR a tiempo real, con sus requerimientos, metodología, funcionamiento y sus múltiples aplicaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

La PCR es una técnica utilizada en biología molecular, basada en la amplificación “*in Vitro*” de secuencias específicas de ácido desoxirribonucleico (ADN). Por tanto, a partir de un ADN molde vamos a poder detectar una secuencia nucleotídica concreta.

Los requerimientos para que se de la reacción son:

- Un ADN molde.
- Una ADN polimerasa estable a elevadas temperaturas (95°C)
- Cebadores (primers)
- Desoxirribonucleótidos trifosfato o dNTPs.
- Un tampón con Mg^{2+} , para que pueda actuar la polimerasa.

Las ADN polimerasa llevan a cabo la síntesis de una cadena complementaria de ADN en la dirección 5' a 3', usando como molde una cadena sencilla.

Estas enzimas necesitan para comenzar una cadena cebadora con un grupo 3'-OH libre. La PCR aplica el mismo fenómeno pero emplea dos cebadores, cada uno es



complementario a cadenas opuestas de la región de ADN, el cual ha sido desnaturalizado por calor.

Los procesos de desnaturalización del ADN molde y posterior síntesis del ADN por la polimerasa se suceden consecutivamente, dando lugar a dos ciclos.

En cada ciclo se producen tres fenómenos:

1. La desnaturalización del ADN molde: ocurre cuando la muestra es calentada a 92-96°C
2. La unión de los cebadores a la cadena sencilla del ADN molde: lo que ocurre de 36 a 65°C
3. La síntesis de ADN por la polimerasa: la polimerasa termoestable extiende los cebadores a 72°C

Existe una variante de la PCR convencional, que es la PCR cuantitativa o PCR a tiempo real, cuyo objetivo es cuantificar de forma absoluta o relativa el producto de la amplificación de ácido desoxirribonucleico (ADN). Dicha cuantificación se basa en la detección por fluorescencia emitida cuando se genera el fragmento específico al amplificar el ADN.

La emisión de fluorescencia producida es proporcional a la cantidad de ADN formado.

Los requerimientos para que se de la reacción son, los mismos que la PCR convencional y una sustancia marcada con un fluorocromo.

Se realiza en un termociclador con capacidad de hacer incidir sobre cada muestra un haz de luz de una longitud de onda determinada y de detectar la fluorescencia emitida por el fluorocromo excitado.

Podemos clasificar diferentes técnicas según el empleo de fluorocromos no específicos o bien de sondas moleculares dependientes de la secuencia.

- **Fluorocromos inespecíficos** se detecta la generación exponencial de ADN de doble cadena empleando un fluorocromo que se une inespecíficamente a aquél. Posee la ventaja de requerir sólo un par de cebadores para efectuar la amplificación, lo que abarata su coste; sin embargo, sólo es posible amplificar un producto en cada reacción.
- **Fluorocromos específicos o sondas específicas:** utilizan al menos un oligonucleótido marcado fluorescentemente. Típicamente esta sonda está unida a dos fluorocromos e hibrida en la zona intermedia entre el cebador directo (*forward*) y el inverso (*reverse*).

RESULTADOS

En la PCR convencional el tiempo requerido para copiar completamente la secuencia de interés depende de la longitud de ésta. Normalmente la polimerasa sintetiza 1 Kb/min.

La selección de los tiempos, temperaturas y número de ciclos depende del ADN que está siendo amplificado y de los cebadores elegidos.

Los ciclos se van repitiendo y el ADN que se va formando servirá como molde para los siguientes ciclos. El ADN se va acumulando exponencialmente hasta que uno de los productos de la reacción se agota o la enzima no es capaz de sintetizar suficientemente rápido el ADN.

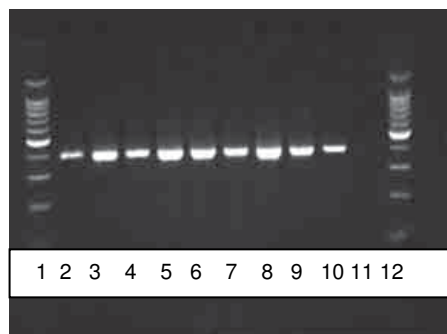
Finalmente, visualizamos el producto de la PCR tras una electroforesis (imagen 1.) obtenida en un gel de agarosa, que lleva incorporado bromuro de etidio (Br^+), y utilizando distintos patrones de tamaños conocidos.

Como inconveniente, este análisis no nos permite diferenciar las concentraciones de partida.



Imagen 1: Resultado de la PCR convencional mediante electroforesis

Placa de electroforesis de productos de amplificación del gen para la identificación de cepas de *Salmonella*. 1 y 12 escala DNA Ladder, 2. *Salmonella typhi* ATCC6539. 3-10. Cepas de *Salmonella* sp. aisladas de alimentos. 11. Control

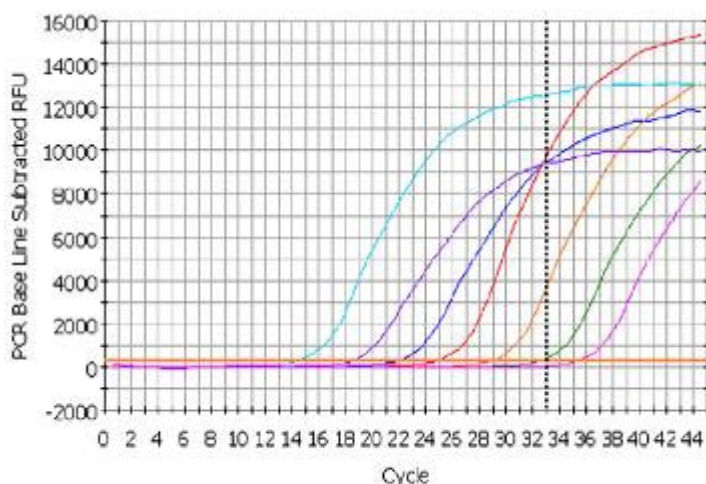


Fuente: Apuntes científicos Uniandinos N° 4/ Dic. 2004

Desde 1986 se han descubierto múltiples aplicaciones, desde la identificación de especies, virus y bacterias (en zoología y medicina) hasta detección de transgénicos y caracterización de organismos mutados (en biotecnología).

Como en la PCR a tiempo real se emite fluorescencia, que es proporcional a la concentración de ADN de partida, se obtiene como resultado una curva de amplificación (Imagen 2). En ésta se considera un resultado positivo cuando la señal emitida es superior al umbral establecido.

Imagen 2: Curva de amplificación de la PCR a tiempo real



SERIES OF 10-FOLD DILUTIONS

Fuente: University of South Carolina

CONCLUSIONES

La PCR a tiempo real, desde su aparición en 1993, reduce el tiempo de obtención de resultados sin disminuir la sensibilidad del mismo, con el consiguiente ahorro en tiempos de almacenaje y producción, así como la seguridad. Aunque tiene el inconveniente de que en la identificación de patógenos cuenta tanto células vivas como muertas, se ha convertido en la principal técnica utilizada por su sensibilidad, sencillez, rapidez, precisión y exactitud, desplazando a la PCR convencional, y siendo una de las técnicas cada vez más utilizada.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al profesor Luis Rey su dedicación y motivación a la hora de impulsarnos a realizar el seminario, así como su colaboración como tutor; a la profesora Arantxa Palacín el hacer posible un



acercamiento práctico a la PCR; y al departamento de Biotecnología por su apoyo y por ampliar nuestros conocimientos con la asignatura de Microbiología de los Alimentos.

BIBLIOGRAFÍA

- Hunt R. 2006 Microbiology and immunology on-line. University of South Carolina (<http://pathmicro.med.sc.edu/pcr/realtime-home.htm>)
- Palacín A., 2009, Apuntes de Bases Bioquímicas, "Práctica de identificación de razas porcinas mediante la técnica de la PCR convencional", E.T.S.I.A
- Saiki RK, Gelfand DH, Stoffel S, Scharf SJ, Higuchi R, Horn GT, Mullis KB, et al.(1988) Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase. *Science* 239: 487–491
- Sánchez G., Septiembre 2007, Biología molecular en la detección de patógenos alimentarios, Applied Biosystems,
- Scanelis, Veterinary Molecular Diagnostics
(<http://www.scanelis.com/webpages.aspx?rID=679&caller.PageAction=READ>)
- Seguridad alimentaria y alimentación (<http://weblogs.madrimasd.org/alimentacion>)
- Vanegas C., Rojas J., 2004, Detección de patógenos en alimentos, 1-40
(<http://ciencias.uniandes.edu.co/pdf/deteccion.pdf>)



IMPORTANCIA DE LA VITAMINA D EN LA ALIMENTACIÓN DE PONEDORAS

Sanz, Lucía; Saldaña, Beatriz

Departamento de Producción animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: lusanzp@gmail.es; beatriz.saldana.mancebo@alumnos.upm.es

RESUMEN

La deficiencia de vitamina D produce raquitismo y osteomalacia. Sin embargo, la mayor importancia de la vitamina D en la alimentación de gallinas ponedoras reside en que es la encargada de regular la homeostasis del calcio (Ca) que es el componente mayoritario de la cáscara del huevo (2 g Ca/huevo). Sin embargo, esta vitamina no depende únicamente de la dieta puesto que necesita radiación ultravioleta para activarse y su nivel depende del nivel de otros nutrientes con los que interacciona. Además, es sensible a la humedad y al calor y se oxida fácilmente. Si existe un exceso por acción del sol en general no se producen intoxicaciones. Sin embargo, cuando se ingieren cantidades elevadas en forma de suplementos se puede provocar una intoxicación progresiva (elevación niveles séricos de Ca y fósforo (P), descalcificación ósea, calcificación de tejidos blandos, anorexia, urolitiasis) que acaba en la muerte del animal.

Palabras clave: vitamina D, calcio, ponedora

INTRODUCCION

Las gallinas ponedoras pierden diariamente en torno a 2 gramos de Ca (10% del Ca total del que dispone) en la formación de los huevos (Cuca, 2005). Esto es mayor al final del ciclo de puesta debido a que el tamaño del huevo y la deposición de cáscara aumentan con la edad (Roland, 1980). Sin embargo, el porcentaje y el espesor de la cáscara disminuyen del 9,8 al 8,9% y de 0,403 a 0,373 mm, respectivamente entre las 22 y las 57 semanas de vida (Al-Batshan *et al.*, 1994). Estos resultados podrían ser debidos a la disminución de la eficacia de la absorción del Ca con la edad (Pizzolante *et al.*, 2006). Sin embargo, la cantidad de Ca disponible para la síntesis del huevo no sólo depende de la cantidad ingerida de este mineral sino también de la vitamina D responsable de su absorción. De hecho, el aumento del nivel de vitamina D₃ en sangre aumenta la absorción y la asimilación del Ca (De Luca, 1980). Por ello, el objetivo de este trabajo fue estudiar la importancia de la vitamina D en la alimentación de gallinas ponedoras.

METABOLISMO DE LA VITAMINA D

La vitamina D es esencial para la vida de los animales superiores incluyendo el hombre, desempeñando un papel primordial en el metabolismo del Ca y del P. Las materias primas contienen varios precursores de la vitamina D como son el 7-dehidrocolesterol de origen animal o el ergosterol de origen vegetal. Cuando estas sustancias reciben radiación ultravioleta (energía solar) se transforman en colecalciferol (vitamina D₃) y ergocalciferol (vitamina D₂), respectivamente. Estas moléculas sufren dos hidroxilaciones para pasar a la forma activa de la vitamina D que es la 1,25(OH)₂D₃ o calcitriol. La primera hidroxilación se produce en el hígado y da lugar a la 25-hidroxivitamina D₃ que es cinco veces más activa que la molécula inicial siendo la forma más abundante en el plasma. La segunda hidroxilación se produce en los riñones. Sin embargo, al aumentar la edad, existe una disminución de la 1- α -hidroxilasa que es la enzima responsable de la activación de la vitamina D en los riñones lo que explica que con la edad disminuye la eficiencia de absorción del Ca empeorando la calidad de la cáscara y aumentando las pérdidas de huevos (Pizzolante *et al.*, 2006). En aves, la vitamina D₃ es de 30 a 40 veces más potente que la vitamina D₂.



Por ser liposolubles, la vitamina D se absorbe en el intestino junto con las grasas. Seguidamente se transfiere a la sangre mediante la proteína transportadora DBP (vitamin D-Binding-Protein) o transcalfiferina. La vitamina D transportada por la DPB se libera en la membrana celular que atraviesa para fijarse a los receptores citoplasmáticos o nucleares específicos para esta vitamina. Estos receptores están presentes en células de numerosos tejidos. A diferencia de otras vitaminas liposolubles, la vitamina D prácticamente no se almacena en el hígado si no que se almacena principalmente en el tejido adiposo. Desde sus puntos de almacenamiento, la vitamina D es transportada a las células que la necesitan uniéndose de forma muy específica a sus receptores nucleares.

INTERACCIONES

El nivel de vitamina D disponible depende no sólo de la cantidad que se haya absorbido de dicha vitamina sino también del nivel de otras vitaminas y minerales. El exceso de vitamina A y de vitamina E disminuye la absorción de vitamina D ya que todas ellas comparten los mismos mecanismos de absorción y los mismos receptores. Asimismo, el hierro y el manganeso y sus respectivas sales disminuyen la disponibilidad de vitamina D. Además, esta vitamina es sensible a la humedad y al calor y puede sufrir una oxidación por acción de los peróxidos, por lo que hay que tener especial cuidado con la utilización de grasas enranciadas en la alimentación de ponedoras. Por ello, las formas comerciales de la vitamina D se protegen encapsulándolas con resinas y gelatinas, añadiendo antioxidantes, evitando procesos tecnológicos severos en cuanto a humedad y temperatura y reduciendo el oxígeno mediante el secado al vacío en frío. La forma D₂ es más sensible que la D₃ a la presencia de minerales traza y humedad. Las formas comerciales, sin embargo, son estables cuando se almacenan convenientemente.

FUNCIONES FISIOLÓGICAS DE LA VITAMINA D

La vitamina D está implicada en un amplio número de procesos. Entre los más importantes está el mantenimiento de la homeostasis del Ca y el P y, por tanto, la regulación del crecimiento y el desarrollo óseo de gran importancia en ponedoras. La vitamina D modifica la resorción de Ca y P en los riñones con objetivo de mantener el Ca plasmático dentro de un estrecho margen de concentraciones. Si existiera déficit de Ca empeoraría la productividad debido a que disminuye el consumo voluntario de pienso lo que da lugar a una disminución del porcentaje de puesta (más acusado en verano). Asimismo, la deficiencia de Ca en la dieta puede dar lugar a un aumento del porcentaje de huevos en fáfara y de casos de picaje. Para evitarlo, cuando la concentración sérica de Ca es baja, la vitamina D estimula la absorción de sales de Ca, reduce su excreción renal y moviliza Ca desde los huesos. Por el contrario, en caso de que la concentración de Ca sea elevada, la vitamina D produce una inhibición de la producción del metabolito activo y, en conjunción, con la calcitonina excretada por la glándula tiroides, suprime la movilización de Ca óseo y aumenta su excreción renal.

SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA DE VITAMINA D

La deficiencia de vitamina D en animales jóvenes se denomina raquitismo y produce deformidades esqueléticas. Si la deficiencia se produce en gallinas adultas se denomina osteomalacia. Su síntoma principal es la disminución de la masa ósea, esternón flexible y costillas deformes produciéndose lo que se conoce como "fatiga de jaula" o ponedora al fondo de jaula, pudiéndose llegar a movilizar incluso el Ca cortical. En general, para evitar deficiencias de vitamina D, se suplementa con esta vitamina dado que las materias primas con mayor contenido de vitamina D son las de origen animal como las harinas de carne cuya utilización está prohibida en la actualidad. La harina de pescado también presenta niveles altos de vitamina D pero su utilización en ponedoras es limitada debido a que empeora el sabor de los huevos.



TOXICIDAD POR VITAMINA D

Cuando se adquiere por acción del sol, esta vitamina no presenta toxicidad ya que cuando se cubren las necesidades, el organismo deja de sintetizarla. Sin embargo, cuando se ingieren cantidades elevadas mediante suplementos se puede presentar una hipervitaminosis D que es una intoxicación progresiva. Sus síntomas pueden ser inespecíficos, como problemas gastrointestinales, dolor de cabeza, falta de apetito, cansancio o arritmias cardíacas. Si la toxicidad se agrava pueden aparecer síntomas específicos como la elevación de los niveles séricos de Ca y P, descalcificación ósea, calcificación de tejidos blandos como el muscular o las arterias, así como anorexia y urolitiasis en pollitas. En general, la hipervitaminosis D va acompañada por una hipercalcemia y puede desencadenar la muerte del animal. Las gallinas pueden pasar los excesos de vitamina D a los huevos. La forma D₃ es de 10 a 20 veces más tóxica que la forma D₂. Sin embargo, en ausencia de luz, las provitaminas no se activan por lo que los suplementos sintéticos son en la forma 25-hidroxivitamina D₃ (molécula que se sintetiza de manera natural tras la primera hidroxilación). Los correctores o suplementos de vitamina D tienen una riqueza de en torno a los $2 \times 10^5 - 2 \times 10^6$ U.I./g. La forma D₂ no se suministra en forma de suplementos dada su elevada toxicidad.

NECESIDADES DE VITAMINA D

Las necesidades de vitamina D dependen, en gran medida, del ratio Ca:P que ha de estar en torno a 2:1. En general, FEDNA (2008) recomienda un rango de entre 2,1 y $2,9 \times 10^3$ UI (unidades internacionales) en ponedoras adultas y no diferencia entre ponedoras morenas y blancas. El NRC (1994) recomienda 375 o 300 UI para ponedoras blancas que consuman 80 o 100 g de pienso al día, respectivamente y 250 UI para ponedoras morenas (con un consumo medio diario estimado de 120 g). Las recomendaciones de vitamina D tanto de FEDNA (2008) como del NRC (1994) son para la forma D₃. La diferencia entre las recomendaciones de FEDNA (2008) y el NRC (1994) se basan en que las recomendaciones del NRC son mínimos para garantizar la supervivencia mientras que las recomendaciones de FEDNA (2008) son para conseguir niveles óptimos de producción.

CONCLUSIONES

Controlar el nivel no sólo de Ca sino también de vitamina D es esencial en gallinas ponedoras para conseguir índices de puesta elevados. Por ello es necesario valorar tanto el nivel como la intensidad de la luz a la hora de establecer las inclusiones de vitamina D en la dieta teniendo en cuenta la altura de los diferentes pisos de la batería puesto que las aves que están más cerca de los puntos de luz son las que más conversión a vitamina D₃ van a tener. Debido a que las materias primas ricas en esta vitamina (harinas de carne y de pescado) tienen un uso limitado en la alimentación de ponedoras, generalmente la vitamina D se incluye en forma de suplemento.

BIBLIOGRAFÍA

- Al-Batshan H.A., Scheideler S.E., Black B.L., Garlich J.D., Anderson, K.E. 1994. Poult. Sci., 73: 1590–1596.
- Cuca García, M. 2005. www.produccion-animal.com.ar / www.produccionbovina.com (3 de Abril de 2009).
- De Luca, H.F. 1980. Nutr. Dev., 38: 169-182.
- FEDNA. 2008. Necesidades nutricionales para avicultura: pollos de carne y aves de puesta. Lázaro, R. y Mateos, G.G. (ed.). Fund. Esp. Desarro. Nutr. Anim., Madrid, España.
- NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9ª ed. rev. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Pizzolante C.C., García E.A., Laganá C., Saldanha E.S.P.B., Deodato A.P., Faitarone, A.B.G., Scherer M.R., Roland D.A.Sr. 1980. Poult. Sci., 59: 924–926.

SESIÓN P2



PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE VINAGRES AROMÁTICOS

Garrido, Marta; Gómez, Sandra

*Departamento de Industrias Agrarias y alimentarias. Facultad de Agrónomos
Universidad Politécnica de Madrid*

Correo electrónico: martagg@alumnos.upm.es; sandra.gomez.graciana@alumnos.upm.es

RESUMEN

Generalmente los vinagres elaborados con el método en cultivo superficial son de mejor calidad y a la vez mas caros que aquellos obtenidos con el método en cultivo sumergido. La calidad de estos vinagres se puede mejorar macerándolos con hierbas aromáticas. En este estudio, las muestras de los vinagres aromatizados se obtuvieron siguiendo dos métodos distintos: por maceración de la hierba con el vinagre y suspendiendo la hierba en la interfase liquido/gas. Se emplearon hojas de romero y hojas y tallos de tomillo en concentraciones de 2 g/200 ml de vinagre. Además, la extracción de los aromas suspendiendo las hierbas, se realizó a temperatura ambiente y a 40 °C. Cada tratamiento de extracción se desarrollo con los respectivos controles, y se aplicó el análisis sensorial para valorar las muestras. Posteriormente, se realizó un análisis discriminante y un análisis descriptivo con 10 jueces, en los que se encontraron diferencias significativas muy altas en siete de las ocho muestras comparadas mediante la prueba triangular. Además, el proceso de maceración produjo una evolución hacia el equilibrio, incluso para aquellos aromas tan peculiares como la sensación punzante.

Palabras clave: *vinagre aromatizado, calidad de vinagre, hierbas aromatizantes*

INTRODUCCION

El vinagre es uno de los condimentos y conservantes más antiguos que se conoce, ya que es un ingrediente fundamental tanto para la elaboración de conservas como para ensalzar los sabores de los alimentos y además, ofrece la ventaja de poder ser modificado y mejorado con la ayuda de aromas y hierbas naturales. La elaboración del vinagre se basa inicialmente en una fermentación alcohólica realizada por levaduras, y posteriormente una fermentación acética realizada por bacterias acéticas, en un medio adecuado como mosto de uva, zumo de manzana, malta...obteniendo así un aroma suave frutal, característico de la materia prima de partida y un 5-6 % de ácido acético (pH 2,5-3,5). Para la obtención del vinagre, existen dos métodos fundamentales: el primer método se obtiene como producto de la fermentación o acetificación con cultivo superficial, donde las bacterias acéticas se encuentran en contacto directo con oxígeno gaseoso, situadas bien en la interfase liquido-gas o bien fijadas a soportes de materiales tales como virutas, elaborándose así la mayoría de los vinagres tradicionales. El segundo tipo se elabora por la acetificación o fermentación con cultivo sumergido, donde las bacterias acéticas están sumergidas libremente en el seno del liquido a fermentar, en el que constantemente se introduce aire (solo o enriquecido con oxígeno), en condiciones que permitan la máxima transferencia posible desde la fase gaseosa a la fase líquida. Cabe destacar que con el segundo método se obtienen de forma rápida los vinagres actuales de menor calidad y menor precio, ya que el empleo del mismo conlleva el contacto directo del vinagre con corrientes de oxígeno gaseoso, produciendo una pérdida de aroma al ser arrastrado este por las corrientes de aire. Actualmente se están realizando estudios para mejorar la calidad de estos vinagres con el método de envejecimiento acelerado. Este método consiste en macerar las virutas, especialmente las de la madera de roble Americano tostado con estos vinagres. La otra forma de mejorar la calidad de estos vinagres consiste en macera distintos tipos de hierbas con vinagres de peor calidad o vinagres obtenidos de alcohol destilado. Este método tradicional se ha empleado para elaborar bebidas alcohólicas aromatizadas, y está permitido según las normativas de FAO/OMS (*Codex Alimentarius*) para la obtención del



vinagre, aunque en la industria de este producto, no ha pasado de ser una elaboración a menor escala, es decir, con recetas tradicionales y caseras. En algunos restaurantes o establecimientos comerciales es común ver el vinagre con hierbas (hoja de laurel o tomillo) en el vinagre de consumo.

Sin embargo, a nosotros estas prácticas nos parecieron estéticamente incorrectas, y además si estas hojas no se cambian con cierta frecuencia pueden aportar componentes indeseables al vinagre debido a su composición. Es obvio que muchos mas compuestos serán extraídos en estos casos, además de los compuestos aromáticos. Ya que hasta la fecha no se ha hecho ningún estudio respecto al método de obtención de los vinagres aromatizados.

El objetivo general de este estudio es aromatizar un vinagre comercial de calidad aceptable (elaborado con el método de cultivo sumergido), utilizando métodos de maceración con hierbas o extracción de los compuestos aromáticos de las mismas sin contacto directo con el vinagre. Debido a la escasez de tiempo y recursos económicos no se pudo profundizar el estudio, sin embargo, los resultados de este servirán de información para futuros estudios relacionados con la elaboración de vinagres aromatizados.

Objetivos específicos de la propuesta:

- ♦ Elegir el procedimiento de extracción de los componentes aromatizantes, escogiendo dos tipos de hierbas aromáticas por su excelente y potente aroma: romero (*Rosmarinus officinalis*) y tomillo (*Thymus vulgaris*).
- ♦ Evaluar el efecto de la temperatura sobre la extracción de los componentes aromáticos
- ♦ Evaluación sensorial de los vinagres mediante un panel de cata:
 - Determinar la influencia del procedimiento de la maceración y de la temperatura, sobre las características sensoriales del vinagre mediante análisis discriminante (prueba triangular)
 - Describir las diferentes muestras con siete parámetros mediante un análisis descriptivo (escala hedónica no estructurada)

MATERIAL Y MÉTODOS

Materia prima

Inicialmente se parte de un vinagre de vino blanco fermentado en cultivo sumergido con un grado total de acidez de 6°. Para la aromatización del vinagre, se han escogido dos tipos de hierbas aromáticas por su excelente y potente aroma: romero (*Rosmarinus officinalis*) y tomillo (*Thymus vulgaris*). El experimento realizado consiste en la obtención de vinagres aromáticos empleando dos métodos distintos que se detallan a continuación.

Método de extracción

El primer método consiste en poner el vinagre de vino en contacto directo con una hierba aromática. Para ello se han pesado 2 g de tomillo y 2 g de romero, ambos previamente secados. Posteriormente, se introduce cada hierba en su correspondiente bote de 500 ml de cristal y se añaden 200 ml de vinagre. Se cierra herméticamente con tapón de corcho y se sella con parafilm.

El segundo método se realizó pesando inicialmente 2 g de tomillo por duplicado y 2 g de romero previamente secado. Posteriormente, cada hierba aromática se envuelve en una gasa, y cada una de estas se ata con un cordón que a su vez va atado también al tapón del erlenmeyer, que contendrá 200 ml de vinagre, obteniendo finalmente tres erlenmeyer cada uno con su hierba aromática correspondiente. A continuación, se cierra herméticamente con un tapón de corcho y se sella con parafilm. En el segundo método



se ensayaron dos temperaturas: temperatura ambiente y a 40 °C para las muestras con el tomillo. Se realizó sólo un ensayo con el romero (a 40 °C). Por último, para realizar un contraste de cada método una vez se obtengan los resultados finales, y poder así comparar los cambios producidos en cuanto a aroma y color, se han incluido en la realización del experimento dos botes de 500 ml de cristal, cada uno con 200 ml de vinagre de vino (muestras control). Uno de los botes se deja reposar a temperatura ambiente (control 1), y al otro se le aporta calor en la estufa a 40 °C (control 2), ambos sellados previamente con parafilm. La duración del estudio fue de 5 días. Las muestras se agitaron durante 30 minutos en los días de ensayo, y estas se detallan en la Tabla 1.

Método de análisis

Prueba Triangular: La prueba triangular consiste en catar las muestras dispuestas en combinaciones de la manera indicada (ABB, BAA, AAB, BBA, ABA y BAB) para que el catador detecte cual es la muestra desporejada.

Descripción de las muestras problema (Perfil aromático): La descripción se realizó mediante siete atributos: sensación punzante, olor a hierba, olor a tomillo, olor a romero, intensidad aromática, riqueza aromática e impresión general. El análisis se realizó con escala hedónica no estructurada. La cata se realizó con 10 jueces y se emplearon copas de cata vino, vidrios de reloj (para tapar las copas) y fichas.

Tabla 1. Descripción de las muestras obtenidas.

MUESTRA	CODIGO	DESCRIPCION	PERIODO DE ENSAYO
Control-1	COLF	Vinagre a temperatura ambiente	5 días
Control-2	COLC	Vinagre calentado a 40° C	5 días
Muestra-1	VTSF	Tomillo (2 g) suspendido en la superficie a temperatura ambiente	5 días
Muestra-2	VTSC	Tomillo (2g) suspendido en la superficie (40° C)	5 días
Muestra-3	VTMF	Tomillo (2 g) macerado con el vinagre a temperatura ambiente	5 días
Muestra-4	VRMF	Romero (2g) macerado con el vinagre a temperatura ambiente	5 días
Muestra-5	VRSC	Romero (2g) suspendido en la superficie (40° C)	5 días
Materia prima	Vinagre de vino	6° acético, sin envejecer	

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

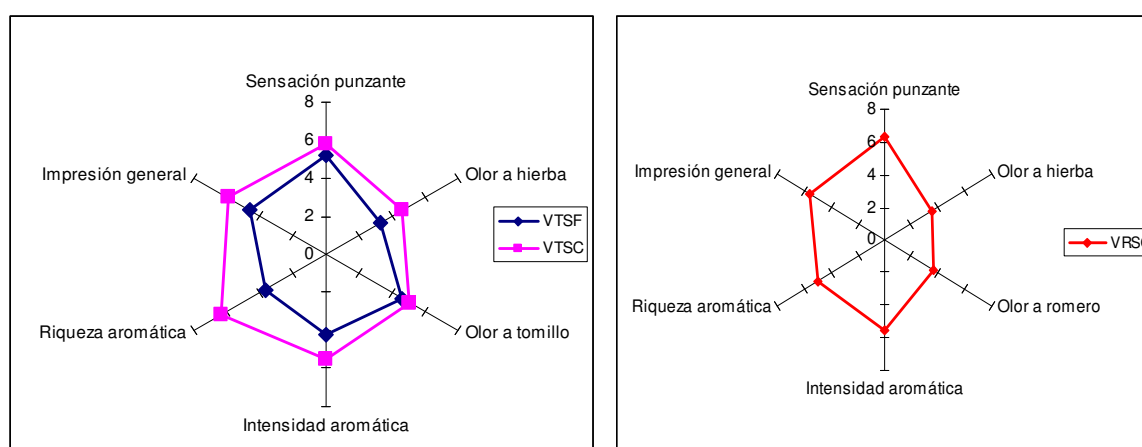
Las muestras se han dividido en dos grupos dependiendo de la hierba aromatizante empleada, y además, se han comparado entre sí muestras con la misma hierba aromatizante y distintas temperaturas de maceración. De la misma manera, se aplicó la prueba triangular para la diferenciación de muestras con el mismo tiempo de maceración, pero con distinto procedimiento. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2.

Se encontraron diferencias significativas en 7 de las 8 muestras comparadas mediante la prueba triangular con un nivel de significación de 0.1% en 6 de las 8 muestras comparadas, y con 1% en una de las comparaciones. Sin embargo, los jueces no fueron capaces de diferenciar entre las muestras aromatizadas con el tomillo en condiciones de frío. Es preciso destacar que las diferencias significativas se obtuvieron entre aquellas muestras elaboradas en condiciones de frío (extracción a temperatura ambiente) y extracción a 40°C. En general los catadores apreciaron bien las diferencias entre las muestras.

**Tabla 2. Resultados del análisis discriminante (prueba triangular).**

Muestras comparadas	Catadores	Respuesta		Nivel de significado (Valor Tabulado)
		Si	No	
COLF - VTSF	10	10	0	0,1%
COLF - VTMF	10	10	0	0,1%
COLC - VTSC	10	10	0	0,1%
VTSF - VTMF	10	5	5	No diferencia
VTSF - VTSC	10	7	3	1,0%
COLF - VRMF	10	10	0	0,1%
COLC - VRMC	10	10	0	0,1%
VRMF - VRSC	10	9	1	0,1%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Tela de Araña para las muestras y parámetros comparados

De las puntuaciones de la impresión general, se observa que las mejores notas corresponden a los vinagres aromatizados con tomillo y romero extraídos en caliente (40°C). Se observa que la intensidad y la riqueza aromática también corresponden a estas muestras. Estos vinagres se describen con una representación más redonda que el resto, indicando por tanto que estos vinagres tienen un perfil más equilibrado.

CONCLUSIONES

El proceso de maceración produce una evolución hacia el equilibrio incluso para aquellos aromas tan peculiares como la sensación punzante. Se encontraron diferencias significativas muy altas en siete de las ocho muestras comparadas mediante la prueba triangular. Las muestras aromatizadas con la extracción sin contacto directo entre la hierba y el vinagre resultaron mejores. Estos vinagres aportaron aromas finos y aromas típicos de cada hierba.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar queremos dar las gracias a nuestro tutor del trabajo Wendu Tesfaye por su ayuda e implicación para la realización de este trabajo. También queremos agradecer la ayuda prestada a todo el personal del departamento de Tecnología de Alimentos de la E.T.S.I.A y a los alumnos y profesores de este departamento que participaron en la cata.

BIBLIOGRAFÍA

- Alley, Lynn. 2003. Obellisco. : 122-125
 Gardon, Anne. 2002. Paidotribo, S. L. : 28-31
 Garrido Suárez, Nicasio. 1957. Sintesis. : 83-87
 VV.AA. 2003. Susaeta ediciones, S.A. :41-50.



CUESTIÓN DE HUEVOS

García, Cristina; Rodríguez, María; Santacruz, Esther
Producción animal, E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid
 Correo electrónico: *mcristina.garcia.martinez-morentin@alumnos.upm.es;*
maria.rodriguez.francisco@alumnos.upm.es; esther.santacruz.ruiz@alumnos.upm.es

RESUMEN

En el trabajo se distinguen tres partes que corresponden: en un primer lugar, una tabla comparativa; en segundo lugar, una descripción del ciclo de puesta de las gallinas. Por último, como curiosidad, las diferencias perceptibles de los huevos en función de las distintas especies.

INTRODUCCIÓN

La información recogida para realizar el póster, se obtuvo durante una visita a la granja experimental de aves y conejos: NUTRECO. Localizada en la provincia de Toledo. Esta visita fue programada por la asignatura Introducción Práctica a la Producción Animal (IPPA), con el fin de ampliar los conocimientos del alumno, así como el contacto directo con animales, instalaciones y personal.

COMPARACIÓN ENTRE ESTIRPES

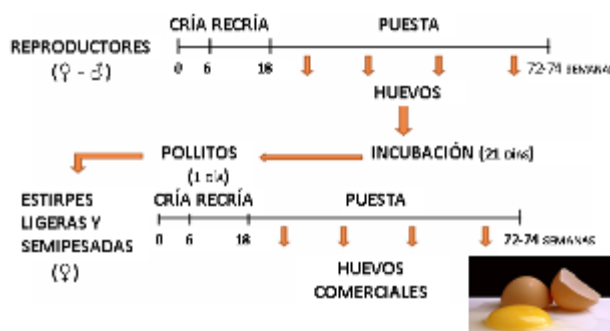
Tabla 1. Tabla comparativa

ESTIRPES	HUEVO	PLUMAJE	PESO HUEVO	PRODUCCIÓN TOTAL
Ligeras	blanco	blanco	59,5 – 61,5 g	295 – 310 huevos
Semipesadas	moreno	marrón	61,5 – 63,5 g	290 – 305 huevos

En la tabla podemos observar las diferencias entre las estirpes Ligeras y Semipesadas con respecto al color y peso de los huevos, además del plumaje y producción total de las gallinas por ciclo de puesta.

CICLO DE PUESTA

Figura 1. Ciclo de puesta



En la puesta de las gallinas se distinguen dos ciclos:

El primero tiene una duración de un año. Se produce un incremento en la puesta hasta alcanzar un pico máximo, tras el cual, tanto la gallina como el huevo sufren una serie de



transformaciones. El útero de la gallina se engrasa, se pierde calidad en la cáscara del huevo y este alcanza mayor tamaño.

Después de la muda comienza el segundo ciclo, con una duración de ocho meses. La muda es una interrupción en el ciclo que se realiza con el fin de aumentar la producción y mejorar la calidad del huevo. Con esto se consigue una mejora en la calidad de la cáscara y un aumento en el tamaño del huevo.

CURIOSIDADES

En el póster se pueden observar distintos tipos de huevos, analizando como varían en función a los distintos parámetros de color, tamaño y forma.

Por ejemplo, la diferencia de tamaño entre un huevo de avestruz y uno de gallina, el moteado de la cáscara de un huevo de codorniz y el color chocolate de una gallina *Marans*.

El huevo en fárfara es una malformación de la cáscara, propio de gallinas con déficit de calcio en su dieta.

AGRADECIMIENTOS

A las profesoras de la asignatura IPPA por organizar la visita, así como a todo el personal de NUTRECO. En particular a Nuria Nicodemus y a Pilar G. Rebollar, por su ayuda a la hora de realizar el trabajo. Este trabajo se ha desarrollado en el marco del proyecto de Innovación Educativa IE08025073 de la UPM.

BIBLIOGRAFÍA

Los datos que figuran en este trabajo fueron obtenidos en la visita a la granja experimental NUTRECO y la información facilitada por las profesoras de IPPA.



SÍNTOMAS DE EROSIÓN MECÁNICA EN SUELOS AGRÍCOLAS

Ayuso, Amador; De Lara, Carlos Enrique

Departamento de Edafología. ETSIA. UPM

Correo electrónico: amador.acuevas@alumnos.upm.es, carlosde.lara.villarreal@alumnos.upm.es

RESUMEN

El siguiente trabajo persigue abordar los síntomas que ponen en evidencia la erosión mecánica. Por erosión mecánica o de laboreo se entiende aquella provocada por el uso de aperos y maquinaria agrícola que produce cambios físicos en los suelos que conllevan una erosión de los mismos.

Se pretende poner de manifiesto las características más destacadas de este tipo de erosión, como es la redistribución de material de unas partes de la parcela a otras, la alteración natural de los horizontes edáficos y las consecuencias estructurales y de fertilidad que estas acarrearán; la diferencia e interacción con la erosión hídrica y las consecuencias medioambientales y paisajísticas del proceso.

Por último se expondrán posibles soluciones que atenúan el proceso intentando aunar la economía, la productividad agrícola y el respeto al medioambiente y las características edafológicas propias.

Palabras clave: erosión mecánica, laboreo, degradación

INTRODUCCIÓN

La erosión mecánica es producida principalmente por los aperos de labranza, uno de los más usados y agresivo es el arado de vertedera. Con este tipo de arado se puede trabajar entre 30-40 cm aproximadamente de profundidad, realiza un volteo de la tierra con el fin de enterrar el rastrojo de una cosecha anterior y así acelerar su descomposición, provocando por ejemplo el movimiento de unas 4500 t/ha suponiendo una densidad del terreno de 1,5 g/cm³ (De Alba *et al.*, 2003).

Otros aperos como el cultivador o las rejas trabajan a menores profundidades movilizandando menor volumen de suelo. Existen también subsoladores o descompactadores que trabajan a profundidades mayores y que alteran profundamente la estructura del suelo pero no lo movilizan como los anteriores, no obstante los citados cambios estructurales pueden desembocar también en procesos erosivos.

Una vez descrito el funcionamiento de los útiles que provocan la erosión, prestamos atención a las condiciones geomorfológicas del terreno, así las parcelas asentadas sobre zonas alomadas (Fig. 1) mostrarán rasgos más evidentes de erosión pues los movimientos de suelo por labor se ven intensificados por la acción de la fuerza gravitatoria (De Alba *et al.*, 2004), de forma que se facilita la pérdida de material de las zonas altas y se ve arrastrada a las vaguadas y depresiones enterrando los suelos existentes y modificando sus propiedades.

El laboreo a máxima pendiente es muy utilizado por conllevar menores gastos de potencia por parte del tractor y por comodidad, sin embargo al hacerlo a favor de la gravedad, la distancia a la que se ve desplazado el suelo es mayor. Uno de los síntomas más evidentes es la aparición de tonos blanquecinos (Fig. 1) en las zonas altas de las laderas o cerrillos, esto es debido al traslado de los horizontes superficiales a zonas más bajas por efecto de las repetidas labores que acaban por exponer horizontes



subsuperficiales, de tipo rocoso normalmente. El aclareo de estos cerrillos es muy evidente en suelos poco profundos con horizontes cálcicos, petrocálcicos o gypsicos.

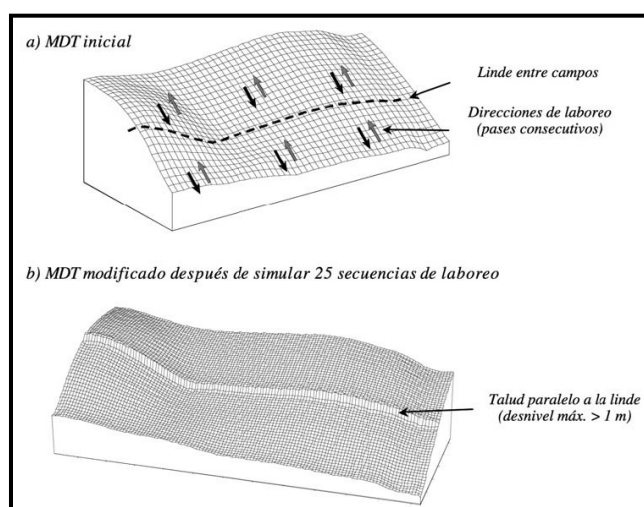
**Fig. 1. Síntomas de la erosión en zonas alomadas (Torrejón del rey, Madrid).
(Fuente: Juan Gallardo, 2009)**



El laboreo dado en el sentido de las curvas de nivel es también muy utilizado y es más abundante en zonas con parcelas de tamaño medio o pequeño. Los síntomas que lo atestiguan son la formación de taludes entre las diferentes parcelas por la diferente intensidad de laboreo entre unas y otras y por el proceso ya explicado de redistribución del suelo por efectos de la gravedad y de volteo (Morgan, 2005), que ahora vienen determinadas por los límites entre parcelas (Fig. 2).

Este proceso puede darse también a pequeña escala si en el interior de la parcela hay un majano, un árbol o un poste eléctrico.

Fig. 2. Formación de un talud a lo largo de una linde entre campos de cultivo situados en una misma ladera. (Fuente: De Alba et al. 2003)





La interacción de la erosión por laboreo con la erosión hídrica puede en muchos casos acentuar el problema en los campos de cultivo. Los cambios estructurales provocados por la pérdida y ganancia de suelo modifican las tasas de infiltración, aireación y escorrentía, luego modifican también el comportamiento de la erosión hídrica sobre suelos degradados mecánicamente. Así las zonas de pérdida, suelen presentar menores capacidades de retención de agua y la erosión hídrica se verá intensificada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las técnicas de cuantificación y los modelos de evaluación de la erosión del suelo se han desarrollado a lo largo de los últimos años como resultado de la creciente preocupación por el medio ambiente y su conservación (López Bermudez, 2002). Aunque las primeras estimaciones de pérdida de suelo fueron cualitativas, a medida que se disponía de más datos de campo, empezaron a formularse ecuaciones que explicaban el proceso erosivo. El modelo de predicción de pérdida de suelo con mayor aceptación y de más amplia utilización es la ecuación universal de pérdida de suelo (Universal Soil Loss Equation, USLE). Sin embargo, la cuantificación de la erosión del suelo presenta una serie de problemas técnicos y metodológicos en relación a las escalas espaciales y temporales. La dificultad para medir correctamente la longitud o la pendiente de la ladera provoca importantes errores en la utilización de la ecuación de la USLE.

En el presente trabajo se evaluará la erosión del suelo utilizando métodos cuantitativos como paso previo a una evaluación cuantitativa. Para ello, se buscarán los síntomas más significativos de pérdida de suelo (método de erosión-deposición) y su apreciación se hará sobre una foto representativa de la zona de estudio (Fig.3) situada en el municipio de Horche (Guadalajara).

Fig. 3. Foto utilizada para el análisis de la erosión mecánica (Horche, Guadalajara).
(Fuente: Juan Gallardo, 2009)



RESULTADOS Y DISCUSIÓN



La creación de taludes por efecto de las labores distintas en cada parcela se hacen bastante evidentes produciendo la acumulación en la finca situada al fondo de la imagen y con una gran pérdida de suelo evidenciada por una tonalidad más clara en la finca que presenta el cultivo arbóreo (Fig. 3). Como resultado de las labores y procesos citados se pueden discutir las implicaciones que tienen en el cultivo y el entorno.

Las zonas de pérdida de suelo suelen enriquecerse en elementos gruesos, estos dificultan muchas tareas agrícolas pero protegen al suelo de un aumento de la erosión y evitan parte de la evaporación de agua. Serán también zonas más pobres en nutrientes y para que el cultivo sea viable y productivo, habrá que aportar mayor cantidad de fertilizante químico que debido a la mala estructura del suelo tampoco será bien aprovechado por las plantas, esto se verá reflejado en el porte de las plantas cultivadas con una disminución de su tamaño en las citadas zonas de pérdida (Fig. 3).

Por el contrario las zonas de ganancia de suelo tienden a aumentar su fertilidad y capacidad de retención de agua, aunque la alteración natural de los horizontes edáficos puede causar problemas de porosidad u otros.

Como prevención de la erosión es recomendable estudiar la aplicación del utensilio de labor que se decida usar, así como el número de pasadas del arado óptimas intentando hallar un equilibrio que respete la estructura del suelo y nuestros intereses para el cultivo; evidentemente el no laboreo es la medida más respetuosa con la estructura del suelo, pero las condiciones climáticas y edáficas de cada lugar y el incremento en el uso de fitosanitarios limitan su uso.

En explotaciones de frutal, vid u olivo se aconseja mantener gran parte del año una cubierta vegetal para evitar la erosión por gota de lluvia, que afecta sobre todo a los suelos desnudos tras el laboreo, así mismo las labores de otoño en seco que entierran el rastrojo dejan el suelo descubierto durante gran parte del año lo que provoca la degradación acelerada del mismo.

CONCLUSIÓN

La erosión mecánica es un tema estudiado recientemente, debido a que la mecanización agraria usando maquinaria con gran potencia (mayor de la necesaria en muchos casos) es relativamente cercana y sus efectos sobre los suelos se han dejado notar en los últimos años. Como se ha visto, el uso inadecuado de los aperos puede acarrear a la larga la pérdida de utilidad agrícola de grandes partes de las parcelas por no ser productivas. Es importante concienciar al sector agrario de las necesidades de hacer uso del laboreo estrictamente indispensable para el cultivo con el fin de no agravar más esta situación que va en perjuicio de todos.

AGRADECIMIENTOS

A Satur de Alba por proporcionarnos la documentación bibliográfica.
A Juan Gallardo por facilitarnos la foto del estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- De Alba S., Torri D., Borselli L., Lindstrom M. 2003. Edafología 10: 93-1001.
De Alba S., Lindstrom M., Schumacher TE., Malo DD. 2004. Catena 58: 77-100.
López Bermúdez F. 2002. Erosión y Desertificación. Heridas de la Tierra. NIVOLA Libros y ediciones, S.L.
Morgan RPC. 2005. Soil Erosion and Conservation. Blackwell Publishing.



MORFOLOGÍA Y VALORACIÓN GENÉTICA DE LA RAZA AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA

Pascual, Francisco; Pérez, José Luis; Romero, Mario

Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. España

Correo electrónico: jljunior99@gmail.com

RESUMEN

En este trabajo se intentado explicar la morfología tipo del vacuno de carne de la raza Avileña-Negra Ibérica, además se intenta explicar de una manera sencilla la valoración genética que realiza la Asociación de ganaderos de la raza Avileña- Negra Ibérica.

Palabras clave: *vacuno de carne, avileña-negra ibérica, BLUP, morfología*

INTRODUCCION

La idea de la presentación de esta comunicación surgió en la clase de Introducción Práctica a la Producción Animal, que es una asignatura de libre elección de la orientación de Producción Animal que se imparte en el tercer curso de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid. Algunas de las competencias que pretende desarrollar esta asignatura son las competencias interpersonales, fomentando el trabajo colaborativo. Para ello, durante el curso las profesoras nos propusieron la realización de diversos trabajos que tuvimos que realizar en grupo y posteriormente presentar en público. Uno de ellos consistió en la elaboración de un póster cuyo tema podía ser escogido libremente por los alumnos. Nosotros elegimos realizarlo sobre la morfología y valoración genética de la raza vacuna Avileña-Negra Ibérica. Este póster se realizó tras una visita a un cebadero perteneciente a la asociación de ganaderos de la raza Avileña-Negra Ibérica (Ávila) y a una explotación afiliada a la asociación. Por lo tanto, los objetivos de este trabajo son: i) aprender unas nociones básicas sobre la morfología de esta raza y ii) conocer la valoración genética que se lleva a cabo.

MATERIAL Y MÉTODOS

En la visita al cebadero de la Asociación de criadores de raza Avileña - Negra Ibérica y a una explotación extensiva de Avileña – Negra Ibérica asociada a la asociación, organizada por el Departamento de Producción Animal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, pudimos observar la morfología de los animales de esta raza, la variabilidad que presentan y las medidas que toman para la valoración genética de los animales. Nos explicaron brevemente el método estadístico que usaban para dicha valoración, usaban el método BLUP modelo animal con efecto macho, que explicaremos más adelante. Todo el proceso de valoración ya era conocido por nosotros, ya que estos conocimientos se imparten en las asignaturas de Valoración de Reproductores y Mejora Genética, pertenecientes al Departamento de Producción Animal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.

En el cebadero comunitario perteneciente a la asociación nos comentaron y mostraron las principales características morfológicas de esta raza, las cuales se adjuntan en la reglamentación y libro genealógico de la raza Avileña-Negra Ibérica. Estas características morfológicas se citan a continuación:

- **Capa:** color negro uniforme, con el morro negro ó con orla blanca.
- **Cuernos:** negros pizarrosos ó blancos con puntas negras.
- **Pezuñas:** color pizarra o negras.
- **Cabeza:** frente amplia y ligeramente cóncava, cara de perfil recto y alargado en hembras, morro ancho.



- **Cuello:** fuerte y corto bien musculado y potente en los machos y fino y delgado en las hembras, papada reducida y discontinua.
- **Cruz:** ancha y bien unida con el cuello y tronco.
- **Espalda:** larga y ancha musculada y bien erguida.
- **Dorso:** con línea dorso lumbar horizontal, superficie dorsal ancha, plana y musculada.
- **Lomos:** rectos, anchos y musculados.
- **Grupa:** horizontal, amplia y musculada.
- **Extremidades:** robustas y bien proporcionadas.
- **Órganos sexuales** con testículos desarrollados, ubre de forma regular, bien proporcionada ó implantada y de suave piel.
- **Conformación general:** perfil cóncavo, de proporciones y longitudes medias.
- **Desarrollo corporal:** formato de tipo medio y proporcionado.

LOMOS :
Rectos, anchos
y musculados

CUELLO: Corto
bien musculado
y potente

CUERNOS:
Blancos con
puntas negras

ESPALDA: Larga,
ancha, musculada
y bien erguida

CRUZ: Ancha,
bien unida con el
cuello y tronco

CABEZA: frente
amplia, cóncava,
perfil recto



UBRE: Forma regular,
piel suave y pezones
simétricos

PEZUÑAS:
Pizarrosas

CAPA: Negro
uniforme

GRUPA:
Horizontal, amplia
y musculada

TESTICULOS:
Desarrollados

EXTREMIDADES:
Robustas y bien
proporcionadas

En esta segunda parte del trabajo intentaremos explicar de forma clara y concisa la evaluación genética que se lleva a cabo en la Asociación y su principal objetivo es ayudar al ganadero a la hora de elegir su ganado, es decir el ganado que se va a quedar para reposición, o los sementales que va a usar y los animales que va a comprar y vender, ya que el ganadero no sabe el valor genotípico del animal, solo sabe su valor fenotípico que es lo que el puede ver y analizar, el valor fenotípico del que estamos hablando es única y exclusivamente la morfología del animal, sin tener en cuenta ningún otro factor, como la edad de la madre al nacimiento del ternero, mes de nacimiento, alimentación, etc. Por todos estos motivos la asociación intenta guiar a los ganaderos inscritos en las valoraciones genéticas, por que si solo eligiesen sus animales por su fenotipo, la mejora genética se estancaría y no aumentaría, afectando sensiblemente a los beneficios por ternero vendido.

La forma de realizar la valoración genética es a través de predicciones genéticas de cada animal, tanto para el efecto directo como para el materno, las cuales son obtenidas a partir del peso al destete de los terneros. Por ello es necesaria la colaboración de los ganaderos, para recoger cuidadosa y regularmente los datos correspondientes a cada animal necesarios: fecha nacimiento, edad al primer parto, peso y nº del toro, entre otros.

Para agrupar datos y obtener un valor genético correcto necesitamos un método estadístico apropiado, en este caso se usaran el método BLUP (Best Lineal Unbiased



Predictor) Modelo Animal con Efecto Materno, que nos aporta una ventajas importantes si lo comparamos con otros métodos.

- No hace falta un ambiente común para la evaluación genética de cada animal.
- Usa tanto datos propios de los animales como de sus antecesores (genealogía), pudiendo realizar evaluaciones genéticas de animales que no tengan dato propio, pero si lo tengamos de animales emparentados (efecto materno).
- Evaluación simultanea de toros y vacas.
- Relación de efecto genéticos directos y maternos (Podemos separar el valor debido al potencial propio del animal para crecer, como el efecto que causa la madre del ternero).
- Como comentábamos anteriormente, es fundamental el conocimiento del peso al destete de los animales, este valor se ve afectado por diferentes factores que influyen en él.

$$\text{PESO DESTETE} = \text{GC} + \text{SX} + \text{EM} + b \text{ Edad Destete} + \text{TM} + \text{A} + \text{M} + \text{P} + \text{ERROR}$$

Grupo de comparación (GC): se tiene en cuenta tanto las condiciones de manejo y como las condiciones ambientales.

Sexo (SX): sexo del animal (diferencias en peso al destete debidas al sexo).

Edad de la Madre (EM): es la edad de la vaca al nacimiento de su ternero.

(Diferencias en el nivel de producción de leche debida a la edad). Las vacas se dividen en seis grupos:

- 1) Vacas de edad desconocida.
- 2) Vacas de dos años.
- 3) Vacas de tres años.
- 4) Vacas de cuatro años.
- 5) Vacas entre cinco y nueve años.
- 6) Vacas de más de nueve años.

Edad: los días con los que son destetados los terneros; no todos son destetados con el mismo número de días.

Suplementación o no (TM): es el efecto que tiene sobre el peso la suplementación previa al destete.

Efecto Genético Directo (A): Potencial genético para crecer del propio animal.

Efecto Genético Materno (M): Potencial genético de la vaca para producir leche.

Efecto Materno Permanente: Representa el efecto ambiental permanente que es común a todos los terneros de una misma vaca.

Error: Aquello que desconocemos y que no es incluido en el modelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los resultados de las estimas de los efectos ambientales sobre el personal destete considerados en el modelo de valoración que hemos explicado anteriormente. Los datos han sido obtenidos en un momento determinado, pudiendo variar según incorporemos más datos.



Tabla 1. Factores Ambientales en el cebadero comunitario de la asociación.

Factor	Soluciones de la Valoración	Interpretación
Grupo de Comparación: Mejor – Peor	206,4 kg.	Diferencias en el peso al destete atribuibles al manejo y condiciones de la ganadería
Sexo: Machos – Hembras	21,0 kg.	Es la diferencia al destete estimada entre machos y hembras.
Edad de la Madre al parto: Desconoc. - 2 años 3 años - 2 años 4 años - 2 años 5 – 9 años - 2 años > 10 años - 2 años	20,1 kg. 6,5 kg. 15,2 kg. 23,0 kg. 22,5 kg.	Son las diferencias estimadas entre terneros amamantados por vacas de distintas edades en relación a las vacas de dos años.
Suplementación: Tolva - No tolva	5,1 kg.	Es la diferencia estimada a al destete entre los terneros que se suplementan o no antes del destete.
Edad del ternero al destete	0,590 kg/día	El ritmo de crecimiento entre el nacimiento y el destete es de 590 gr./día.

Se han analizado diferentes factores que afectan al peso del destete del ternero, observando la diferencia tan significativa de peso según se de un factor u otro. El Grupo de comparación, la diferencia es significativa, lo que nos muestra que un buen manejo y unas buenas condiciones tanto de las reproductoras y del ternero es fundamental, para conseguir un buen peso al destete de los terneros. En el sexo del animal, las diferencias son lógicas como en cualquier otra raza, pero no son significativas. Otro factor interesante es la edad de la madre al parto, se ha realizado una comparación con vacas que paren a dos años, y como vemos la edad óptimo de la vaca para mejorar el peso al destete es de 5-9 años, vacas más viejas ya pierden eficacia y el peso del ternero disminuye progresivamente. La suplementación en la alimentación influye pero no tan significativamente como otros factores.

CONCLUSIÓN

Con una lectura detenida del documento, cualquier persona ajena al mundo ganadero y de la agricultura, podría identificar una vaca o un toro de la raza Avileña-Negra Ibérica, conociendo su morfología tipo. Además tendrá unos conocimientos básicos del programa de mejora genética de esta raza, es decir sabrá de que medios se usa un ganadero para la elección de su rebaño.

Para una persona más técnica y con unos conocimientos básicos de valoración genética podemos concluir que gracias al método BLUP podemos obtener notables ventajas prácticas respecto a otros métodos de evaluación, como una mayor fiabilidad y la posibilidad de comparar animales directamente con distinta información.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la asociación de criadores de raza Avileña Negra Ibérica el que nos hayan permitido visitar las distintas instalaciones, así como por las explicaciones recibidas. Este trabajo se ha desarrollado en el marco del proyecto de Innovación Educativa IE08025073 de la UPM.

BIBLIOGRAFÍA

<http://www.razaavilena.com/index.php>.

Producción vacuna de leche y carne (zootecnia, bases de la producción animal) Carlos Buxadé.



¿POR QUÉ ES TAN IMPORTANTE CONSERVAR LOS RECURSOS ZOOGENÉTICOS?

Romero, Carlos

*Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid
Correo electrónico: carlosromero@alumnos.upm.es*

RESUMEN

Actualmente, la palabra “biodiversidad” se ha convertido en un término usado con mucha frecuencia por parte de los medios de comunicación y otros agentes de nuestra sociedad (científicos, voluntarios, etc...) para alertar sobre la desaparición de especies de la fauna y flora salvajes. Sin embargo, existe otra faceta de la biodiversidad, tal vez menos conocida, que el hombre ha forjado desde los inicios de la domesticación hace unos 10000 años. Se trata de las razas domésticas, un patrimonio vivo que, en muchas ocasiones, se halla muy amenazado. Ya en 1996, en la Cumbre Mundial sobre la Alimentación celebrada en Roma, la FAO alertó sobre la importancia de la diversidad biológica. El compromiso de la FAO se ha visto reflejado con el Plan de Acción Mundial sobre los Recursos Fitogenéticos y el Plan de Acción Mundial sobre los Recursos Zoogenéticos aprobados en 1996 y 2007, respectivamente. Este trabajo pretende dar a conocer las razones que justifican el creciente interés que emana, desde distintas Instituciones, por querer preservar este acervo de incalculable valor.

Palabras clave: *biodiversidad, ganado, razas autóctonas*

INTRODUCCION

Con motivo de la Primera Conferencia Técnica Internacional sobre Recursos Genéticos Animales celebrada en Interlaken (Suiza) en 2007, se presentó el informe “Estado de los recursos zoogenéticos del Mundo”. Este informe es la primera evaluación mundial de la biodiversidad ganadera y, en base a él, se ha podido saber que de las 7616 razas catalogadas por la FAO, 685 razas ya han desaparecido y un 20 % está en peligro de extinción. Esta preocupación es aún mayor sabiendo que durante los últimos seis años se extinguieron 62 razas, es decir casi una raza al mes. La FAO asimismo recuerda que tan sólo 14 especies de mamíferos y aves domésticas proporcionan el 90 % de los alimentos de origen animal que consumimos los humanos. E incluso, dentro de estas especies, existen razas, muy productivas y ampliamente utilizadas, cuya diversidad se está reduciendo debido a la utilización de pocos sementales muy populares con fines de mejora genética. En el caso concreto de España, la situación es similar a la del resto de países. En el Catálogo Oficial de Razas de Ganado, sólo se contemplan 23 razas de fomento (cuyo censo se encuentra en expansión) frente a las más de 120 razas consideradas en peligro de extinción. Esta marcada erosión de los recursos zoogenéticos perfilados por la acción del hombre y la selección natural a lo largo de los últimos 10000 años (desde la domesticación de los primeros mamíferos en el Neolítico) es fruto de los cambios experimentados por la producción animal en las últimas décadas, favorecidos sin duda alguna por el actual proceso de globalización que ha facilitado la difusión del material genético, las tecnologías para la producción y los insumos. La creciente demanda de productos alimentarios de origen animal, en concreto en los países ricos, llevó al desarrollo e instauración de unos modelos ganaderos totalmente intensivos e industrializados basados en unas pocas razas animales muy productivas y rentables, capaces de generar, en ciclos productivos relativamente cortos, grandes cantidades de productos muy uniformes. Estos animales proceden principalmente de razas francesas, holandesas o danesas muy mejoradas que fueron introducidas en España en los años 60, desplazando a las razas nacionales y obviando su potencial (Zorita, 2001). En efecto,



la inmensa mayoría de las razas locales presentan unos rendimientos productivos muy limitados que dificultan su competición con las primeras.

Pese a las evidentes limitaciones productivas de las razas autóctonas, lo que explica su cuestionable rentabilidad, y por tanto su imposibilidad de destronar a las razas mejoradas para satisfacer la ingente demanda alimenticia de la población mundial, son muchas las llamadas de alerta que instan a la conservación, fomento y mejora de estas razas minoritarias. Así, la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO ha insistido, a lo largo de las Cumbres Mundiales celebradas en los últimos años, en la acuciante necesidad de conservar la diversidad biológica. En concreto, la Cumbre Mundial sobre la Alimentación celebrada en Roma en 1996 fijó como objetivo global la conservación, mejora y uso sostenible de los recursos naturales, incluidos los recursos genéticos ganaderos. De acuerdo con estas exigencias mundiales, la reforma de la Política Agrícola Común de la Unión Europea iniciada en 2003 ha apostado por el fomento de razas autóctonas y sistemas extensivos de producción bajo parámetros de respeto al entorno natural y al bienestar animal. A nivel nacional, estas actuaciones se han traducido en la aparición de ayudas agroambientales (R.D. 1366/2007, de 19 de Octubre), subvenciones de sistemas extensivos de producción basados en razas autóctonas (R.D. 1724/2007, de 21 de Diciembre) y en la publicación del Programa Nacional de Conservación, Mejora y Fomento de las razas ganaderas (R.D. 2129/2008, de 26 de Diciembre).

Por todo ello, este trabajo pretende revisar y dar a conocer las principales razones que justifican la conservación de los recursos zoogenéticos y por ende, los esfuerzos realizados en los últimos años por la FAO y la Administración Nacional. Este trabajo divulgativo busca asimismo concienciar y hacer reflexionar a las futuras generaciones de técnicos dedicados a la Zootecnia acerca del papel que aún hoy en día y, sobretudo en el futuro, pueden desempeñar las razas autóctonas ganaderas.

ARGUMENTOS A FAVOR DE LA CONSERVACIÓN DE LAS RAZAS AUTÓCTONAS

Razones técnicas

Al conservar las razas autóctonas, lo que se persigue es la conservación de la biodiversidad o, para ser más exactos, del concepto que subyace tras este término: la variabilidad genética. El gran número de razas autóctonas existente en la actualidad es un reflejo de las distintas realidades geográficas y productivas del Mundo y por tanto, deja entrever la gran diversidad de alelos presentes en el acervo genético de las especies domésticas usadas por el hombre. De ahí la importancia de estas razas como reservorio de genes. La conservación del poliformismo de todos estos genes garantiza la pervivencia de distintas alternativas frente a cambios, que pudieran surgir en el futuro, en los sistemas productivos (Oldenbroek K., 2007). Si sólo se conservaran las actuales razas altamente productivas, éstas podrían no ser las adecuadas en unos plausibles modelos futuros reenfocados hacia otras producciones o hacia otras formas de producir lo mismo (más o menos extensificadas, nuevas áreas y ambientes, con una alimentación basada en otras materias primas o con una nueva tecnología en las condiciones de alojamiento y manejo). La demanda de los productos ganaderos y los gustos de los consumidores se han mostrado muy cambiantes a lo largo del tiempo. Sirva de ejemplo la producción de embutidos de cerdo ibérico en auge desde hace una década. Sin embargo, los censos de cerdo ibérico se redujeron drásticamente en los años 60 cuando la gente declinó el consumo de canales tan grasas y optó por una carne sin apenas grasa infiltrada. La posible demanda en el futuro de productos alimentarios muy especializados o la producción de animales con otros fines como pueden ser los de carácter lúdico o deportivo justificarían la búsqueda e incorporación de animales distintos a los que actualmente ocupan las granjas intensivas.



Por otro lado, si se quisiese reutilizar territorios abandonados para la producción de alimentos asumiendo unos costes razonables, un análisis técnico recomendaría el uso de razas autóctonas totalmente adaptadas al medio.

La existencia de una importante variabilidad genética siempre puede dar pie al descubrimiento en cualquier momento de algún gen interesante que incida de manera directa en caracteres productivos o reproductivos. Tal es el caso del gen Booroola hallado en hembras de la raza Merina (Wilson et al., 2001).

Razones científicas

Precisamente, la variabilidad genética es clave en el ámbito de la investigación pues amplía las opciones de búsqueda cuando se realizan estudios de genética, fisiología, bioquímica, inmunología o resistencia a enfermedades y tolerancia a climas extremos. Asimismo, los genes almacenados por las razas autóctonas pueden resultar de utilidad para la mejora genética de las razas más selectas o incluso, podría ser necesario en el futuro el cruzamiento de las razas autóctonas con las razas mejoradas con el fin de aprovechar los efectos de la heterosis o de la complementariedad entre razas.

Desde el punto de vista científico, las razas autóctonas también pueden considerarse como poblaciones de control en las estimaciones del progreso genético o como muestras para la investigación de la filogenia y la ontogenia (Rodero et al., 1995).

Por último, aunque pueda parecer poco probable, cabe no descartar la posible desaparición in situ de una raza poco extendida por catástrofes como epizootías, guerras, desastres naturales, etc.. Ello supondría la desaparición automática de unos animales en los que el hombre ha invertido mucho tiempo y esfuerzo. De no conservar material genético ex situ (gametos y/o embriones), la raza se declararía extinta y esa población debería recurrir a ejemplares importados cuya adaptación a las condiciones ambientales y gustos de la zona podría resultar difícil (Oldenbroek K., 2007).

Razones económicas

Las razas autóctonas siguen demostrando hoy en día que cumplen una función vital en muchas de las zonas más desfavorecidas del planeta. En muchos países de África, las razas autóctonas son los únicos animales capaces de sobrevivir y producir en condiciones climáticas hostiles y con una disponibilidad de alimento reducida. Este ganado garantiza el aprovisionamiento en alimentos para muchas poblaciones humanas. Por otro lado, en este contexto de subsistencia, la posesión de estos animales asegura a estas personas un capital económico del cual pueden disponer cuando necesiten cierta liquidez para hacer frente a gastos imprevistos como medicinas, compra de otros animales, pago de transporte, escolarización de niños o gastos originados por una boda o un entierro (FAO, 2007).

En los países donde la población goza de un nivel adquisitivo medio o elevado, las razas autóctonas producen alimentos diferenciados de calidad contrastada (IGP o DO) que el consumidor valora y acepta pagar.

Razones culturales e históricas

Muchas razas autóctonas están asociadas a manifestaciones culturales propias y relevantes de cada país. Así, en el caso de España, la raza bovina Marismeña o Mostrenca ha sido usada de forma secular como fuerza motora de las carretas de la Romería del Rocío. La raza de Lidia es la base de toda la tauromaquia y la raza Berrenda es el principal origen de los cabestros. Por otro lado, otras razas bovinas del Norte de España y de las islas Canarias son usadas para el arrastre de bloques de piedra. Asimismo, el caballo Menorquín es el protagonista de las principales fiestas de la isla y huelga decir que todas las razas de équidos, especialmente los asnos, han sido durante



siglos los encargados de transportar personas y mercancías por toda la geografía nacional y por tanto también han propiciado la difusión de la cultura. Del mismo modo, razas como la Avileña-Negra Ibérica o la Raza Merina han sido la base de una tradición tan arraigada en España como la trashumancia y en concreto, la oveja fue el pilar de la Mesta, la asociación ganadera más importante de todos los tiempos.

En los países del Tercer Mundo, muchas razas autóctonas están íntimamente vinculadas con la celebración de ciertos rituales religiosos y festivos. Además, en estos casos, el ganado representa unos ahorros y por tanto suele formar parte de regalos e incluso de dotes.

Por último, cabe destacar que las razas autóctonas tal y como las concebimos hoy son el resultado de muchas migraciones e intercambios culturales y humanos que se acompañaban de animales. Comparando el acervo genético de nuestros animales con los de otras regiones podremos hallar similitudes y diferencias que establecerán su filogenia y por paralelismo la nuestra propia. Por tanto, en los genes de las razas autóctonas queda reflejada la Historia del país que las acoge.

Razones ambientales

Por su adaptación a zonas marginales y desfavorecidas, las razas autóctonas cumplen un valiosísimo papel ambiental tanto en los países del Tercer Mundo como en los países desarrollados. La experiencia demuestra que el pastoreo con rebaños de cabras y ovejas es una manera muy eficiente de combatir incendios, de asegurar la dispersión de semillas, de abonar el suelo y de conservar ecosistemas y paisajes únicos.

CONCLUSIONES

Este trabajo ha pretendido mostrar las múltiples razones que desde distintos ámbitos justifican de pleno derecho la conservación de las razas autóctonas, por constituir éstas un patrimonio biológico, económico y cultural que puede ser clave en la viabilidad y supervivencia futuras de muchas poblaciones humanas.

BIBLIOGRAFÍA

- FAO 2007. Estado de los recursos zoogenéticos del Mundo.
- Oldenbroek K. 2007. Utilisation and conservation of farm animal genetic resources, Chapter 1: 13 – 27.
- Real Decreto 1366/2007, de 19 de Octubre, por el que se establecen las bases reguladoras de las subvenciones destinadas al fomento de las razas autóctonas en peligro de extinción.
- Real Decreto 1724/2007, de 21 de Diciembre, por el que se establecen las bases reguladoras de las subvenciones destinadas al fomento de sistemas de producción de razas ganaderas autóctonas en regímenes extensivos.
- Real Decreto 2129/2008, de 26 de Diciembre, por el que se establece el Programa Nacional de conservación, mejora y fomento de las razas autóctonas.
- Rodero E., Delgado J.V., Rodero A., Camacho M.E. 1995. Conservación de razas autóctonas andaluzas en peligro de extinción, Capítulo 2: 23 – 27.
- Wilson T., Wu X., Juengel J., Ross I., Lumsden J., Lord E., Dodds K., Walling G., McEwan J., O'Connell A., McNatty K., Montgomery G. 2001. Biology of Reproduction 64: 1225 – 1235.
- Zorita E. 2001. Arch. de Zootec. 50: 441 – 463.



BIENESTAR DEL GANADERO Y DEL ANIMAL: ROBOT DE ORDEÑO

Sidrach de Cardona, Sergio; Ábalos, Diego; Arias, Eduardo
Departamento de Producción Animal, E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica
Correo electrónico: d.abalos@alumnos.upm.es

INTRODUCCIÓN

De todos es sabido la dureza del trabajo del ganadero. Cualquier tipo de producción animal requiere numerosas horas de dedicación ya sea para suministrar el alimento a los animales, diferentes tareas de mantenimiento y limpieza, control y seguimiento de los parámetros productivos, inseminaciones, labores de manejo...

El sector primario a pesar de ser unos de los sectores económicos que menos crece en los países desarrollados, viene experimentando un avance tecnológico en todas sus áreas, con el fin de aprovechar más la mano de obra y facilitar la vida de los trabajadores.

RESUMEN

En el subsector de vacuno lechero la labor fundamental tanto en horas de trabajo como en repercusión económica, es el ordeño. Por termino general se realizan dos ordeños diarios, el primero de 6:00-8:00, y el segundo intentando que haya un intervalo de 12 horas aproximadamente, es decir de 18:00-20:00, en función del numero de cabezas de ganado que se disponga en una explotación, cada ordeño puede durar entre 1 hora o 2 horas, mientras que con un robot de ordeño se reduce sustancialmente ese tiempo aparte de conseguir otras múltiples ventajas.

Estas ventajas se pueden medir por varios parámetros, ya sean de un aumento en la calidad de vida del ganadero o económicos, principalmente los segundos son los que más se tiene en cuenta a la hora de decidir si en una explotación se cuenta o no con uno de ellos.

Una de las principales ventajas de contar con este sistema en una explotación es la disminución de la mano de obra, así como un aumento en el rendimiento (15-20%), debido al incremento en el numero de ordeños al día (de 2 a 3-4), así como otros factores a tener en cuenta como el bienestar del animal, ya que su utilización disminuye el estrés en el animal, a la vez que mejora la calidad de la leche, y proporciona también un aumento en la salud de la ubre, y previene algunas enfermedades como la mamitis.

Por otra parte los inconvenientes son numerosos y a tener en cuenta como el coste de la instalación, que varía según la casa fabricante, pero suelen ser en torno a 100.000-200.000€, por robot, así como tener en cuenta que no todas las vacas son aptas para en torno a un 5-10%, y también que se necesitan 60 vacas para que el desembolso en esta maquina pueda ser mas o menos rentable, y también un asesoramiento informático, esto requiere mano de obra cualificada para poder utilizarlos en la mayor proporción posible de su capacidad.

Muchos ganaderos no están dispuesto ha hacer frente a esos gasto y prefieren seguir con el método tradicional, aunque cada vez quedan menos explotaciones pequeñas, por lo tanto la mayoría de estas se están uniendo a los nuevos avances en este sector, aunque todavía hay muchos ganaderos reticentes a cambiar las costumbres, ya que estamos hablando de un sector bastante conservador, en la siguiente tabla comparativa podremos observar una tabla comparativa entre una sala de ordeño de 2x6 y un robot de ordeño.

**Tabla 1. Comparativa sala 2x6 vs robot de ordeño**

Comparativa (euros)	sala 2x6	Robot
Coste alimentación/Kg leche	0,167	0,16
Coste salario/Kg leche	0,07	0,04
Coste mantenimiento/Kg leche	0,008	0,02
Coste equipo/Kg leche	0,01	0,02
Margen/Kg leche	0,07	0,09

La tabla muestra comparativamente los parámetros económicos de mayor interés, referidos a una sala tipo (espina de pescado, 2x6), y un robot de ordeño de primera generación.

Podemos observar una disminución en el gasto en salarios debido a la reducción de la mano de obra. También conviene destacar el incremento significativo en los gastos de mantenimiento que suponen los costosos arreglos del robot.

Basándonos en las economías de escala deducimos que para que la inversión sea rentable, es importante aumentar la productividad de la explotación mediante una gestión adecuada del robot.

El incremento de producción en torno al 5%, por aumentar el número de ordeños de 2 a 2,6, hace que la inversión de uno o dos robots sea más rentable que con la sala de ordeño tradicional.

CONCLUSIONES

En conclusión el cambio más importante para el productor de leche con robot es que pasa de ordeñar a gestionar el ordeño.

En los dos últimos años se ha duplicado el número de robots en el mundo hasta más de 12.000. En los primeros 10 meses de 2008 se vendieron el mismo número de robots que los que se vendieron en diez años entre 1993-2003.

La media de estaciones por explotación es de 1,5.

El ordeño con robot está implantado actualmente en más de 30 países e irá creciendo a medida que aumente la demanda y capacidad de formación en nuevos mercados.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del proyecto de Innovación Educativa IE08025073 de la UPM.

BIBLIOGRAFÍA

Páginas de internet especializadas.

Apuntes tomados en una visita con la asignatura de I.P.P.A. a una explotación lechera donde había un robot de ordeño.



USO DE MARCADORES MOLECULARES EN MEJORA GENÉTICA DE PLANTAS

Alba, Eva; Dáder, Beatriz; Simón, Beatriz

Unidad de Genética. Departamento de Biotecnología. E. T. S. I. Agrónomos.

Correo electrónico: eva.alba.garcia@alumnos.upm.es; beatriz.dader.alonso@alumnos.upm.es; b.simon@alumnos.upm.es

RESUMEN

Un marcador es cualquier diferencia fenotípica controlada genéticamente y utilizada en el análisis genético. Existen dos tipos: morfológicos y moleculares, y dentro de estos últimos, bioquímicos y de DNA. Los microsatélites (SSRs) son uno de los marcadores moleculares de DNA más utilizados en la actualidad. Son secuencias cortas, de 1 a 6 nucleótidos, repetidas en tándem y que cumplen las características de un buen marcador molecular, puesto que son polimórficos, codominantes, muy abundantes y aparecen distribuidos homogéneamente en el genoma. En esta aplicación práctica, se analizan una serie de marcadores SSR en una colección de cebadas dobles haploides (*Oregon Wolfe Barley*) desarrollada a partir de la F1 obtenida en el cruzamiento entre un parental dominante y uno recesivo para los caracteres morfológicos y los marcadores de estudio. Los caracteres que se consideraron fueron cinco: color de las hojas (*wst*), pubescencia en hojas (*pub*), pelos en pedúnculos foliares (*hsh*), número de carreras (*vrs1*), y color de la lema y los nudos (*rob*). Los microsatélites empleados se denominan HVM67, Bmac310 y Bmag0009, y presentan polimorfismo en el número de repeticiones del motivo repetido, por lo que los distintos alelos originan fragmentos de amplificación de diferente tamaño. Se realizó la extracción de DNA de cebada, amplificación por PCR y electroforesis en gel de agarosa. El revelado de las tres electroforesis dio como resultado la observación de bandas con distinta movilidad electroforética. Estas bandas presentan diferencias de tamaño, en pares de bases, entre los individuos que portan el alelo dominante y los que portan el alelo recesivo. El análisis de ligamiento mediante la prueba χ^2 muestra la existencia de ligamiento entre el microsatélite Bmag009 y el gen *rob*, y entre el microsatélite HVM67 y el gen *hsh*. El marcador Bmac310 no muestra ligamiento con ninguno de los caracteres morfológicos estudiados.

Palabras clave: *cebada, ligamiento, microsatélites*

INTRODUCCIÓN

El uso de marcadores genéticos ha supuesto una nueva vía de actuación en la mejora vegetal. Un marcador genético es cualquier diferencia fenotípica controlada genéticamente y utilizada en el análisis genético, por lo tanto, debe ser polimórfico⁽¹⁾. Un marcador puede utilizarse con una doble finalidad, para marcar o señalar el locus que controla la diferencia fenotípica o para marcar otro locus próximo y ligado al que controla el carácter de interés; este último caso es el que se aplica en el experimento que aquí se describe, empleando marcadores genéticos estrechamente ligados a caracteres morfológicos de interés en una colección de cebadas dobles haploides. Para que un marcador genético sea utilizable en mejora vegetal ha de cumplir una serie de características: debe ser polimórfico (multialélico), codominante, no epistático (se puede leer el genotipo a partir del fenotipo, independientemente del genotipo de otros loci), neutro (las sustituciones alélicas no tienen otros efectos fenotípicos) e insensible al medio (el genotipo se infiere a partir del fenotipo, independientemente del medio). Existen dos grandes grupos de marcadores, los marcadores morfológicos, en los que el polimorfismo se basa en una característica morfológica diferencial, y los marcadores moleculares, en cuyo caso el polimorfismo se basa en diferencias a nivel molecular. Dentro de los marcadores moleculares se encuentran los marcadores bioquímicos, basados en la detección de diferencias entre proteínas (isoenzimas o proteínas de endospermo, por ejemplo) y los marcadores de DNA, basados en variaciones en las secuencias de DNA,



tales como los RFLP (*Restriction Frangment Length Polymorphism*), RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*), AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*), SSR (*Short Sequence Repeats*) y SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*)⁽¹⁾. Los SSR o microsatélites, los marcadores utilizados en este trabajo, se caracterizan por ser repeticiones en tándem de motivos nucleotídicos cortos (2-6 pb), muy polimórficos debido a variaciones en el número de repeticiones, codominantes, muy abundantes y distribuidos de forma homogénea en el genoma. El material vegetal empleado es una colección de líneas dihaploides (DH) de cebada desarrollada por Pat Hayes en Oregón (*Oregon Wolfe Barley*)⁽²⁾. Dichas líneas presentan variación para diversos caracteres morfológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material utilizado ha sido la colección de cebadas *Oregon Wolfe Barley*⁽²⁾. Esta colección está formada por 94 líneas DH de las que se seleccionaron 24 para esta práctica. Para la obtención de las líneas DH se cruzaron un parental homocigótico dominante por otro parental homocigótico recesivo. A partir de la F1 obtenida en este cruzamiento se desarrolló la población DH de genotipo completamente homocigótico, y adecuada por tanto para realizar los análisis fenotípicos y genotípicos. El método de obtención de dobles haploides consiste en un cruzamiento de la F1 de cebada (*Hordeum vulgare*) por la especie silvestre *Hordeum bulbosum*, ambas de número cromosómico $2n=14$. La fecundación conduce al desarrollo de un embrión $2n=14$, cuya dotación genética se compone de cromosomas de ambos parentales al comienzo del desarrollo. Posteriormente se produce la eliminación espontánea del genoma procedente del parental *H. bulbosum*, generándose así embriones haploides ($2n=7$) de *H. vulgare*; estos embriones no son viables, por lo que se ha de proceder al rescate de los mismos, manteniéndolos en un medio de cultivo adecuado. Una vez que los embriones han dado lugar a plántulas sanas, estas se someten a un tratamiento de duplicación cromosómica mediante colchicina. De esta manera se obtienen individuos DH homocigóticos que son una muestra representativa de los gametos de la F2⁽²⁾.

Los caracteres morfológicos que se consideraron en este estudio son los siguientes:

- Wst/wst: color de las hojas. Wst: hojas de color verde normal; wst: hojas variegadas, con rayas longitudinales blancas. La variegación es más fácilmente observable en cultivos con baja temperatura.
- Pub/pub: pubescencia en hojas. Pub: pubescencia en el borde de las hojas; pub: ausencia de pubescencia. El carácter es más patente si se vaporizan las hojas y la luz es adecuada.
- Hsh/hsh: pelos en pedúnculos foliares. Hsh: pelos en pedúnculos foliares de las hojas más bajas; hsh: ausencia de pelos.
- Vrs1/vrs1: número de carreras. Vrs1: 2 carreras; vrs1: 6 carreras. En condiciones de cultivo subóptimas la observación de este carácter puede presentar dificultades por el desarrollo irregular de las semillas.
- Rob/rob: color de la lema y los nudos. Rob: lema y nudos verdes; rob: lema y nudos naranjas. Es un carácter fácilmente observable en cuanto se produce el espigado.

Los SSR se denominan HVM67, Bmac310 y Bmag0009. Para su amplificación por PCR es necesario utilizar cebadores de las regiones flanqueantes al motivo repetido. Como el polimorfismo se basa en el número de repeticiones del motivo repetido, los distintos alelos originarán fragmentos de amplificación de diferente tamaño (Tabla 1).

Descripción de las técnicas empleadas:

1. Extracción de DNA de cebada: según el protocolo de extracción rápida a partir de 1 grano de material⁽³⁾. Materiales: Tampón de extracción (2 % CTAB, 20 mM EDTA, 100 mM Tris pH: 8, 1,5 M NaCl), Cloroformo: alcohol isoamílico (24:1), Isopropanol, Etanol al 70 %, y TE (10mM Tris, 1mM EDTA).
2. Amplificación por PCR: La técnica se basa en la amplificación específica de fragmentos de ADN presentes en una muestra, mediante una DNA-polimerasa termoestable (TaqPol). La mezcla de reacción se hace en un volumen final de 25µl



que incluye: 100ng de ADN, 1x de tampón de reacción, 2 mM de Cl_2Mg , 200 μM de dNTPs, 0,5 μM de cada cebador y 1u. de TaqPol. La reacción se lleva a cabo en un termociclador mediante dos programas de amplificación distintos: para los cebadores de **HVM67** y **Bmac310** el programa consiste en un primer paso de 2' a 94°C, 10 ciclos de 1min a 94°C, 30seg a 65°C y 1min a 72°C, disminuyendo la T° de anillamiento 1°C en cada ciclo, y 27 ciclos de 1min a 94°C, 30seg a 55°C y 1min a 72°C; más un paso de extensión final de 5' a 72°C. Para los cebadores de **Bmag0009** el programa consiste en un primer paso de 2 min a 94°C, seguido de 28 ciclos de 1min a 94°C, 1min a 58°C, y 1min a 72°C, más un paso de extensión final de 5min a 72°C.

3. Electroforesis en gel de agarosa: Los productos de amplificación por PCR se analizan después de separarlos mediante electroforesis en una matriz de agarosa. El DNA está cargado negativamente y al aplicar un campo eléctrico se desplaza hacia el polo positivo en función de su peso molecular. Por comparación con una escala de peso molecular, con tamaños conocidos, se puede estimar el tamaño de los productos obtenidos. Para visualizar el DNA es necesario teñirlo con algún producto como el GelRed que se une al DNA y lo hace visible con luz ultravioleta. Materiales: gel de agarosa al 2 %, tampón de conducción TBE 1x (89 mM Tris, 89 mM ácido bórico, 2 mM Na_2EDTA), tampón de carga (0'25 %p/v azul de bromofenol, 0'25 %p/v Xylene Cyan, 40 % glicerol).

SSR	Motivo repetido	Cebador		Tamaño amplificado (pb)	
		Directo	Reverso	Dom.	Rec.
HVM67	(GA)	GTCTGGGCTCCATTGCTCT	CCGGTACCCAGTGACGAC	116	100
Bmag0009	(AG)	AAGTGAAGCAAGCAAACAACA	ATCCTTCCATATTTTGATTAGGCA	171	180
Bmac310	(CT)(AC)	CTACCTCTGAGATATCATGCC	ATCTAGTGTGTGTTGCTTCCT	176	138

Tabla 1. Características de los tres microsatélites analizados.

RESULTADOS

En los geles de electroforesis se observa la presencia de bandas con distinta movilidad electroforética resultado de la amplificación de fragmentos de distinto tamaño entre los individuos que portan el alelo dominante y los que portan el alelo recesivo (Figura 1).

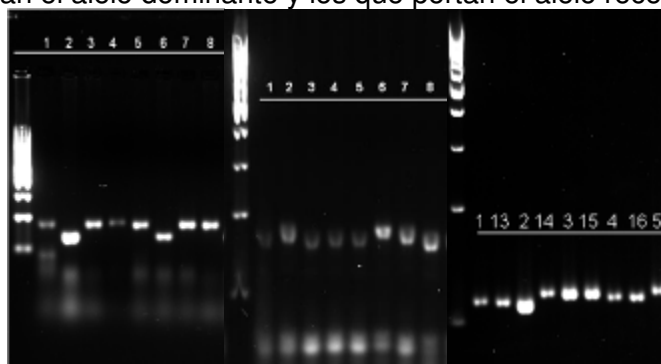


Figura 1. Geles de agarosa para los microsatélites Bmac310, Bmag009 y HVM67.

Se asigna la letra A para el alelo dominante y la letra B para el alelo recesivo de cada uno de los tres microsatélites analizados y se toman los datos en las 24 líneas DH estudiadas. Los datos fenotípicos se toman de los datos de campo disponibles en el laboratorio. Se analiza la presencia de fenotipo dominante o de fenotipo recesivo en cada una de las líneas genotipadas para los SSR. Los resultados se muestran en la tabla 2.



		Wst	wst	Pub	pub	Hsh	hsh	Vrs1	vrs1	Rob	rob
Bmac310	A	4	6	4	6	6	4	3	7	7	3
	B	7	7	9	5	7	7	8	6	9	5
Bmag009	A	5	10	8	7	7	8	6	9	15	0
	B	5	4	4	5	4	5	5	4	0	9
HVM67	A	5	6	5	6	11	0	7	4	7	4
	B	6	7	6	7	0	13	4	9	8	5

Tabla 2. Evaluación del genotipo de las 24 líneas de estudio.

El análisis de ligamiento se efectúa mediante la prueba estadística de χ^2 . Esta prueba compara los resultados obtenidos con los resultados esperados según la hipótesis nula que supone la no existencia de ligamiento entre los microsatélites y los caracteres morfológicos, por lo que se espera la segregación independiente de ambos loci en la muestra de líneas DH. Con los resultados de esta prueba χ^2 se rechaza la hipótesis nula de ausencia de ligamiento entre microsatélites y caracteres morfológicos en dos situaciones: microsatélite Bmag009 y gen *rob*, y microsatélite HVM67 y gen *hsh*. (Tabla 3). La afirmación de la existencia de ligamiento entre dos loci requiere una prueba adicional de χ^2 para confirmar que el valor obtenido no se debe a la segregación anómala de alguno de los loci. El resultado de esta prueba indica que ambos loci por separado segregan correctamente (Tabla 4). El valor final de la prueba de χ^2 de ligamiento una vez restados los valores obtenidos para cada locus individualmente confirman la existencia de ligamiento entre el microsatélite Bmag009 y el gen *rob* que confiere color a la espiga, y el microsatélite HVM67 y el gen *hsh* que confiere o no pubescencia a la vaina.

	N	Bmac310	Bmag009	HVM67
Wst	24	1.004	3.667	0.333
Pub	24	2.34	1.667	0.333
Hsh	24	1.004	1.667	24.333***
Vrs1	24	2.34	2.333	3.000
Rob	24	3.33	27.000***	1.667

Valor final de χ^2 ($\chi^2_{1gl} 5\% = 3.84$) = χ^2 ligamiento - χ^2 SSR - χ^2 carácter fenotípico

Valor final de χ^2 para Bmag009 y *rob*: 24 *** (27-1.5-1.5)

Valor final de χ^2 para HVM67 y *hsh*: 23.999*** (24.333-0.167-0.167)

	A	B	$\chi^2_{1gl} 5\% = 3.84$
Bmag009	15	9	1.5
Rob	15	9	1.5

	A	B	$\chi^2_{1gl} 5\% = 3.84$
HVM67	11	13	0.167
Hsh	11	13	0.167

Tabla 4. Análisis de ligamiento.

Tabla 3. Resultados de la prueba χ^2 ($\chi^2_{3gl} 5\% = 7.815$).

CONCLUSIONES

El análisis de ligamiento realizado con la prueba χ^2 muestra la existencia de ligamiento entre dos de los SSRs analizados con dos de los caracteres morfológicos estudiados: el microsatélite Bmag009 y el gen *rob* que confiere color a la espiga, y el microsatélite HVM67 y el gen *hsh* que confiere o no pubescencia a la vaina. Estos dos marcadores podrían ser utilizados para seleccionar individuos en una etapa temprana, sin tener que esperar a la manifestación del carácter (por ejemplo en semilla) en un proceso de mejora y son un ejemplo práctico de la utilidad y la importancia que tienen actualmente los marcadores moleculares en el campo de la mejora genética vegetal.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Carrillo, J.M. (2000). Los marcadores genéticos en la Mejora Vegetal. Ed: Univ. Politécnica de Valencia.
- (2) www.barleyworld.org.
- (3) Saghai-Marooft *et al.* (1984). PNAS 81:8014-8.



ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS POBLACIONES DE *ULMUS GLABRA* HUDSON DEL SISTEMA CENTRAL

Arche, Jorge¹; Mateo, Alfonso²

¹Departamento de Silvopascicultura. E.T.S.I. Montes. Universidad Politécnica de Madrid.

²Departamento de Biología Vegetal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.
Correo electrónico: a.mateor@alumnos.upm.es

RESUMEN

En el presente trabajo se presentan datos sobre la corología y el censo de las poblaciones de *Ulmus glabra* Hudson existentes en el Sistema Central. Asimismo, se ha analizado la estructura de cada una de estas poblaciones en función de las variables dendrométricas clásicas (altura y diámetro de los ejemplares). Estos datos muestran un alarmante estado de conservación de la especie en el conjunto de este territorio, más preocupante en el sector guadarrámico: área de distribución muy fragmentada, así como pocas poblaciones muy alejadas entre sí y con pocos individuos. A esto hay que sumar que se trata de poblaciones con una estructura muy desequilibrada, compuesta por individuos jóvenes o muy jóvenes, y con pocos ejemplares maduros.

Palabras clave: Olmo de montaña, poblaciones fragmentadas, conservación *in situ*

INTRODUCCIÓN

Ulmus glabra Hudson, el olmo de montaña, se distribuye por Europa y Asia, pero se enrarece hacia el nordeste europeo y la región Mediterránea, constituyendo la península Ibérica el límite suroccidental de su área de distribución. En España, se encuentra en territorios de diversa extensión, más amplios en el norte (especialmente en el Pirineo catalán y Cantabria), así como algunos enclaves disyuntos y más pequeños, en la mitad meridional. Esta distribución se interpreta como una consecuencia de la regresión actual de la especie. Concretamente, en el Sistema Central, marco general de nuestro estudio, el olmo de montaña se presenta de manera muy escasa. Con objeto de evaluar su estado de conservación nos planteamos dos objetivos: en primer lugar, realizar una cartografía y un censo detallado de todas las poblaciones existentes en el Sistema Central; y, en segundo lugar, estudiar la estructura de dichas poblaciones, para conocer mejor el estado de conservación de las mismas.

MATERIAL Y MÉTODOS

En una primera fase, realizamos una recopilación de la información existente sobre *Ulmus glabra* en dicho territorio (Rossignoli, 1999; Gil *et al.* (eds.), 2000; Génova & Rossignoli, 2001; Rossignoli & Génova, 2003; Maqueda, 2006; Fuentes, 2008). Posteriormente, visitamos todas las poblaciones y lugares próximos donde podía haber ejemplares o núcleos poblacionales de la especie (ver Tabla 1). El trabajo de campo lo realizamos a lo largo del año 2008. Cada población fue localizada y su posición anotada mediante GPS. En cada una de ellas realizamos un censo de sus individuos. En la mayoría de los casos se pudo hacer un marcaje y un conteo de todos los ejemplares vivos, excepto en el conjunto del Valle de Iruelas y en la población de San Martín de Trevejo, donde el censo se hizo mediante estimación debido al elevado número de individuos existente en ambos casos. Una vez localizados, tomamos los datos dendrométricos (altura y diámetro) de 567 ejemplares pertenecientes a las 14 poblaciones estudiadas. El diámetro fue medido con una forcípula (a 1,30 m del suelo), tomando dos diámetros perpendiculares, uno de ellos siempre en el sentido de la máxima pendiente. Los ejemplares pequeños, con un diámetro menor de 5 cm, fueron considerados como ejemplares “regenerados” y se les asignó un diámetro medio de 3,5 cm.



RESULTADOS

Los datos obtenidos fueron almacenados en soporte informático y cartográfico, habiéndose generado una información precisa y valiosa sobre la corología de la especie en el Sistema Central (Fig. 1), así como del número y distribución de los ejemplares que componen cada una de sus poblaciones (Tabla 1).

Figura 1. Mapa de distribución de las poblaciones de *Ulmus glabra* en el Sistema Central.

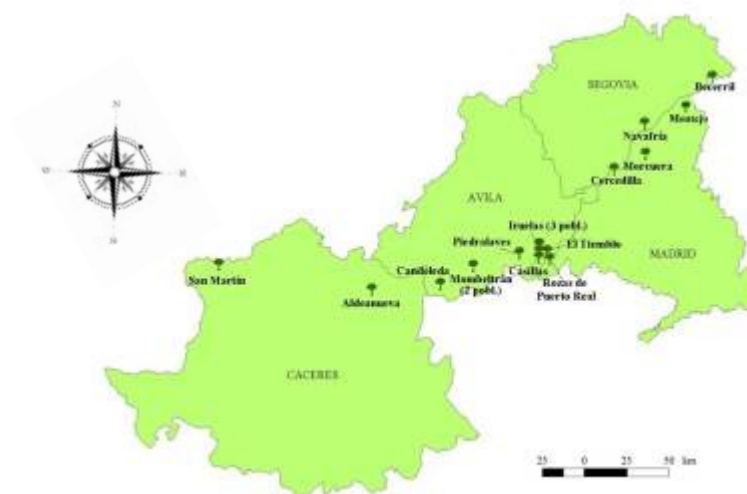


Tabla 1. Censo y datos dendrométricos de las poblaciones de *Ulmus glabra* en el Sistema Central.

POBLACIÓN		ALTITUD (m)	Nº de INDIVIDUOS	ALTURA media (m)	DIÁMETRO medio (cm)
Aldeanueva	(Cáceres)	700	14	5,7	16,3
San Martín de Trevejo	(Cáceres)	818	5000*	4,8	4,1
Candeleda	(Ávila)	640	11	11,9	39,4
Casillas	(Ávila)	950	78	4,5	9,0
El Tiemblo	(Ávila)	1150	73	9,4	15,3
Mombeltrán-1	(Ávila)	790	25	7,5	16,2
Mombeltrán-2	(Ávila)	760	16	9,2	14,9
Piedralaves	(Ávila)	1070	11	6,5	12,9
Iruelas-1	(Ávila)	1260	2800*	7,6	15,8
Iruelas-2	(Ávila)	900	900*	7,0	4,6
Iruelas-3	(Ávila)	870	2887*	4,4	6,0
Rozas de Puerto Real	(Madrid)	800	68	4,6	9,9
Cercedilla	(Madrid)	1560	4	1,5	3,5
Morcuera	(Madrid)	1450	49	4,6	10,5
Becerril	(Segovia)	1550	28	2,9	6,0
Navafría	(Segovia)	1500	20	4,4	11,2
TOTAL			11984		
MEDIA				5,6	10,6

* número estimado de individuos.

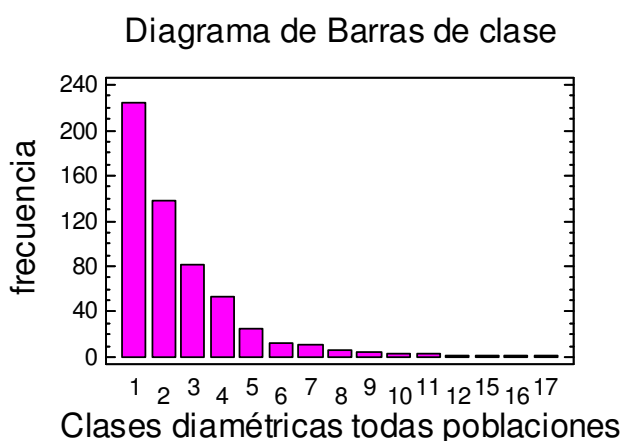


En el Sistema Central existen actualmente 14 poblaciones que se encuentran en un amplio territorio, entre los 650-1600 m de altitud, desde el extremo occidental de la provincia de Cáceres hasta el oriental de la provincia de Segovia (Tabla 1). Cabe destacar el bajo número de individuos que, en general, componen sus poblaciones, ya que tan solo dos de ellas (Iruelas, compuesta a su vez por tres subpoblaciones, y San Martín de Trevejo) presentan un número importante de individuos, en torno a los 5000 según nuestras estimaciones. El resto de las poblaciones presentan un censo muy bajo, menos de 100 ejemplares, incluso ocho de ellas con menos de 30 individuos (Tabla 1).

El estudio de la estructura de las diferentes poblaciones lo hemos realizado en función de los datos de alturas y diámetros medios de los ejemplares que las componen. En la Figura 2 se muestra el diagrama de barras de clases diamétricas, donde se puede observar que las poblaciones no presentan una distribución de edades normal. Efectivamente, los diámetros menores de 5 cm suman el 40% de los 567 pies muestreados (clase 1), y los individuos con diámetros menores de 10 cm (clases 1 y 2) suman un 64%. También se observa que las clases diamétricas menores agrupan un número progresivamente menor de individuos.

En definitiva, asumiendo que los ejemplares de diámetros y tallas menores son, en sentido amplio, más jóvenes, los datos indican que la estructura de las diferentes poblaciones de esta especie en el Sistema Central está muy desplazada hacia las edades más jóvenes. En general, se puede decir que los núcleos poblacionales del olmo de montaña en el Sistema Central están compuestos mayoritariamente por individuos jóvenes o muy jóvenes, siendo escasos o inexistentes los ejemplares adultos o añosos. Esto puede estar relacionado con los últimos ataques masivos de grafiosis, que afectaron a la especie en la década de los años 80 del pasado siglo XX.

Figura 2. Diagrama de barras de clases diamétricas.



CONCLUSIONES

La conservación de *Ulmus glabra* en el Sistema Central parece estar seriamente comprometida debido a la escasez de sus poblaciones, al bajo número de ejemplares que estas presentan y a la notable fragmentación o aislamiento geográfico entre las diferentes poblaciones.

Respecto a su estructura, todas las poblaciones presentan una distribución en cuanto a clases de edad compuesta mayoritariamente por individuos jóvenes.



Todos estos elementos, junto con la incidencia recurrente de la grafiosis, representan en conjunto un factor de riesgo muy alto para la pervivencia de la especie en el Sistema Central.

AGRADECIMIENTOS

A Fernando Gómez Manzaneque, Carlos Morla, Mar Génova, Alejandro García y Jorge García por su ayuda en los trabajos de campo. A Silvia Merino, que elaboró el mapa de distribución de las poblaciones. Este trabajo se ha realizado en el Marco del Proyecto “Análisis del estado de conservación de *Ulmus glabra* Hudson en la Comunidad de Madrid. Identificación de las principales amenazas y elaboración de propuestas de gestión”. CCG07-UPM/AMB-1467.

BIBLIOGRAFÍA

- Fuentes, P. 2008. Tesis Doctoral. ETSI Montes, UPM. Madrid.
- Génova M., Rossignoli A. 2001. III Congreso Forestal español. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, Grupo TRAGSA y S.E.C.F. Granada. pp 135-141.
- Gil L., Solla A., Iglesias S. 2000. Ed. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid. pp 432.
- Maqueda, A. 2006. Proyecto Fin de Carrera. ETSI Montes, UPM. Madrid.
- Rossignoli A. 1999. Proyecto Fin de Carrera. EUIT Forestal, UPM. Madrid.
- Rossignoli A., Génova M. 2003. Ecología, 17: 99-121.



CAPRINO EN GANADERÍA ECOLÓGICA

Alonso, Nuria; Goenaga, Irantzu; Torralba, Jesús M^a

Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. España
Correo electrónico: irantxuini@hotmail.com

RESUMEN

La agricultura, la ganadería y la elaboración de productos ecológicos tienen una importante base en la recuperación de los conocimientos tradicionales de la sociedad rural, a los que incorpora el resultado de investigaciones científicas para obtener como resultado productos que recogen la sabiduría de numerosas generaciones pasadas y los nuevos avances tecnológicos.

En este trabajo se presentan algunas consideraciones de la explotación caprina en agricultura ecológica. Así, se detallan las características en cuanto a razas empleadas, el tipo de alimentación que se proporciona a los animales, las condiciones que poseen los alojamientos, características del sistema de reproducción y condiciones de sanidad que se deben llevar a cabo para cumplir la normativa que engloba este sector.

Palabras clave: *agricultura ecológica, organismos modificados genéticamente (OMGs), homeopatía, flushing*

INTRODUCCION

La idea de la presentación de este trabajo surgió en la clase de Introducción Práctica a la Producción Animal, asignatura de carácter libre elección correspondiente a la orientación de producción animal. Se imparte en el tercer curso de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la UPM de Madrid. Esta asignatura pretende desarrollar el conocimiento acerca de los diferentes sectores de la producción animal aportando al alumno una visión práctica y una serie de competencias interpersonales, todo ello fomentando el trabajo en equipo. Uno de los trabajos que los alumnos realizamos se basó en el sector del caprino ecológico, y es el que elegimos presentar aquí. El póster se elaboró tras una visita a una explotación de caprino ecológico situada en Colmenar Viejo, en la Comunidad de Madrid. En esta ocasión tuvimos la oportunidad de acercarnos a este tipo de explotación, conocer el sistema ecológico e incluso visitar la línea de quesería “*Suerte Ampanera*” cuya elaboración se basaba en los productos obtenidos en dicha explotación.

MATERIAL Y MÉTODOS

La agricultura ecológica es un sistema de producción con unas bases técnicas y una normativa propia que tiene como principal objetivo obtener alimentos de máxima calidad sin utilizar para ello sustancias químicas de síntesis (plaguicidas, abonos químicos) ni organismos modificados genéticamente (conocidos como OMG o transgénicos): cada sector presenta sus particularidades en cuanto al sistema de producción. En el presente trabajo se explican las características del sector caprino en cuanto a las condiciones de alojamiento, alimentación, reproducción, ordeño y la lactación y sanidad, que se detallan a continuación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Alojamientos



Fig.1 Nave cubierta caprino ecológico

Según la normativa del sistema ecológico, las explotaciones deberán ser en extensivo o semiextensivo, aunque en el sector caprino esto generalmente se cumple en cualquier explotación.

Deben disponer de 2 m² de espacio cubierto por animal y la posibilidad de salir al campo, en espacio libre.

En la finca Suerte Ampanera (Colmenar Viejo), los animales disponían de un terreno de 100 ha, 80 destinadas a hembras en lactación y 20 para cría y machos.

Alimentación



Fig.2 Silos de almacenamiento de alimentación

La normativa para la agricultura ecológica, obliga a que al menos el 90% de los alimentos deben proceder de agricultura ecológica (sin medicamentos, vitaminas de síntesis ni transgénicos) y estar compuesta como mínimo de un 60% de forraje siendo el resto pienso. Esto eleva los costes, ya que los productos procedentes de agricultura ecológica no son abundantes y hay que transportarlos desde su lugar de producción hasta la explotación ecológica.

En esta explotación, el 70% de la alimentación anual es la vegetación del sotobosque (pastizal, encina, bellotas enebro y plantas aromáticas), aunque la dieta se complementa con avena molida (aumenta producción láctea y estimula respuesta inmune) y concentrado granulado procedentes de agricultura ecológica. También se les pone a disposición un aporte vitamínico y mineral.

Reproducción

Las cabras tienen un parto por año. La gestación dura cinco meses y la primera cubrición se realiza alrededor de los diez meses, a partir de entonces se cubren cada siete u ocho meses. En cada parto, nace una media de 1,5 cabritos, éstos deberán tomar leche natural, a ser posible de la madre, durante los primeros 45 días. Se seca a las madres dos ó tres meses antes del siguiente parto. Si no se realiza el secado a tiempo, aumenta el riesgo de mamitis.

Aunque se puede llevar a cabo la inseminación artificial, en la mayoría de las explotaciones no se usa. Debido a que las hormonas en este sector no están permitidas, se utiliza el efecto macho y el flushing, alimento suplementario para favorecer el celo, alcanzando un alto porcentaje de cubrición. Aunque el celo natural de las cabras se



produce a finales del verano, con una buena alimentación se puede eliminar el anestro estacional.

Ordeño y lactación

Debido a que los animales no están estabulados, la producción lechera es menor, aunque se obtiene leche de mejor calidad.

El pico de la lactación (punto de mayor producción en el gráfico de lactación) se da a los dos meses del parto. La producción es de entre 2 y 2,5 de leche por día y cabra, excepto en cabras de primer parto, cuya producción oscila entre 1,5 y 2 litros de leche por día y cabra.

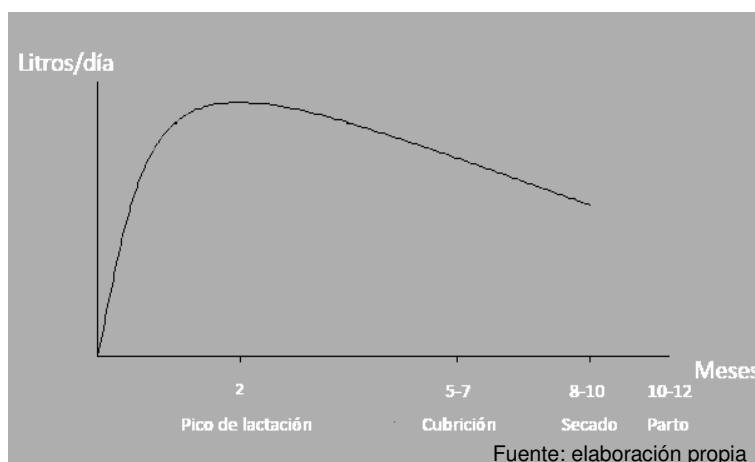


Fig.3 Gráfico de lactación para la especie de caprino

En invierno, se puede atrasar el ordeño con el fin de evitar las heladas de la mañana cuando salen a pastar. Durante el ordeño, se suele poner música para tranquilizar a las cabras y aumentar sus niveles de oxitocina. Se realizan controles de calidad de la leche periódicamente.

Sanidad

Los medicamentos en ganadería ecológica están muy controlados. La salud de los animales debe basarse en la prevención y en un manejo adecuado. Se prohíbe el uso de antibióticos, estimulantes y aditivos de síntesis como tratamiento preventivo de enfermedades o como aditivo en la alimentación. Cuando un animal enferma, su curación debe basarse en el uso de medicinas naturales y la homeopatía.

Se restringe el uso de antibióticos y otros medicamentos convencionales para tratar a los animales enfermos, y sólo se usarán cuando sea imprescindible y con el objetivo de salvar su vida o evitar su sufrimiento.

CONCLUSIONES

La ganadería ecológica es una técnica de producción de alimentos que implica una actividad vinculada a la tierra, de forma que estos sistemas de producción ecológicos deben integrarse con la agricultura y los recursos forestales (sistemas agrosilvopastorales), teniendo como objetivos la salud del consumidor, el bienestar de los animales y la protección del medio ambiente.

En el sector caprino se da preferencia al uso de razas autóctonas adaptadas a las condiciones locales y al establecimiento de cargas ganaderas adecuadas para evitar el sobrepastoreo. Estas razas autóctonas necesitan menos recursos, por lo que tienen menos problemas de enfermedades y proporcionan productos de alta calidad.

Los animales se crían en libertad, y donde no se permite emplear medicamentos como tratamientos preventivos a las enfermedades, ni otras sustancias de síntesis química en los alimentos que consumen.

La alimentación del ganado, tanto pastos como forrajes y suplementos, se realiza con alimentos producidos bajo métodos ecológicos, es decir, cumpliendo las normas de producción ecológica, estando prohibido el uso de alimentos transgénicos, cualquier tipo de hormonas de crecimiento, o productos para modificar los ciclos reproductivos.



Los alojamientos de los animales deben ser suficientes, higiénicos, ventilados y tener las condiciones adecuadas de protección contra el frío, el calor, el viento, etc. Los sistemas de producción ganaderos ecológicos producen alimentos de alta calidad, libres de hormonas, antibióticos y otros medicamentos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del Proyecto de Innovación Educativa IE 08025073 de la Universidad Politécnica de Madrid. Agradecemos el interés y la atención prestada por:

Explotación Ecológica Suerte Ampanera, Colmenar Viejo (Madrid).

María Remedios Alvir Morencos, profesora Titular de Universidad del Departamento de Producción Animal, ETSI Agrónomos de Madrid.

BIBLIOGRAFÍA

<http://www.suerteampanera.com/>

<http://www.beee.es/main.html>

<http://www.copaeastur.org/>



Índice de palabras clave

A

acuífero, 109
ADN, 173
agricultura ecológica, 211
agua residual, 75
AHP, 121
alveógrafo de Chopin, 9
análisis del riesgo, 31
aprendizaje, 153
atractor de Lorenz, 17
avileña-negra ibérica, 193
ayuno, 161

B

bienestar, 95
biodiversidad, 197
bioimpedancia, 117
biología reproductiva, 49
BLUP, 193
Brassica montana, 131
Brassicaceae, 65

C

cadena alimentaria, 169
calcio, 105, 177
Calcio, 35
calidad, 143
calidad de vinagre, 183
cambio climático, 23
caos, 17
cata, 153
cebada, 203
cerda, 135

Ch

Chile, 165

C

ciclo puesta, 105
cobre, 127
comportamiento panadero, 43
composición corporal, 117
coneja, 117
confianza, 121
conservación, 49, 131
conservación in situ, 207
consistógrafo de Chopin, 9
cultivo ecológico del trigo, 9
cultivos, 23
cuy, 169

D

DAO, 39
degradación, 189
desarrollo, 79
dibujo técnico, 39

E

erosión mecánica, 189
evapotranspiración de referencia, 23

F

faisán, 61
falling number, 9
física, 139
flushing, 211
fósforo, 91
frecuencia alimentación, 161

G

gallina ponedora, 105
ganado, 197
ganado bovino, 157
gastronomía japonesa, 149
globulinas, 65
guaraná, 69

H

hierbas aromatizantes, 183
hipocalcemia, 35
homeopatía, 211

I

identificación, 173
impacto económico, 31
industria agroalimentaria, 69
inter-microsatélites, 131
isoenzimas, 65

J

judía, 87

L

laboreo, 189
laboreo de conservación, 113
lechón, 83
ligamiento, 203
Lupinus, 27



M

macroporosidad, 13
medio ambiente, 79
microsatélites, 203
minerales, 61
modelización, 95
Modellus, 139
molibdeno, 127
morfología, 193

N

nodulación, 27
Nothofagus, 57
Número de parto, 83

O

Olmo de montaña, 207
organismos modificados genéticamente (OMGs), 211
ovino, 127
ovino de leche, 5

P

paisaje Chile, 57
parámetros de germinación, 75
participación, 153
parto, 135
parto distócico, 135
Paullinia cupana, 69
PCR, 173
peligro de extinción, 157
Perú, 169
poblaciones fragmentadas, 207
ponedora, 177
pozo, 109
predicción meteorológica, 17
producción, 143
productividad, 83
prueba de hipótesis, 1

R

razas, 5
razas autóctonas, 157, 197
recursos fitogenéticos, 57, 165
resina, 91
rizobios, 27

rotación, 113

S

sector agroalimentario, 121
seguros agrarios, 1
selección adversa, 1
semen, 143
semillas pratenses, 75
Senecio coinnyi, 49
sequía, 31
simulaciones, 139
sorción, 91
SPA, 39
SSR, 87

T

TGM (tiempo medio de germinación), 75
tilapia, 161
tomografía de suelos, 13
tortuosidad geométrica, 13
transmisividad, 109
transporte animal, 95
trazado de rectas de pendiente dada, 39
trigo, 113
trigo ecológico, 43
trópico seco, 79

U

Ugni, 165

V

vacuno de carne, 193
vacuno de leche, 35
variabilidad genética, 87
vinagre aromatizado, 183
vitamina D, 177
vitaminas, 61

W

wasabi, 149

Z

Zamora, 5



Índice de autores

APELLIDO

Ábalos, Diego.....	201	Laguna, M ^a José	9
Alba, Eva	203	López, Javier.....	95, 161
Alonso, Nuria.....	211	Malla, María.....	135
Arche, Jorge.....	207	Martín, Paula.....	35
Arias, Eduardo	201	Martín, Virginia	153
Arteaga, Santiago	109	Mateo, Alfonso	207
Awad, Alejandro	101	Meneses, Cristina.....	53
Ayuso, Amador	189	Meza, Narcizo	87
Blanco, Ana E.....	173	Muñoz, Francisco Javier	13
Blotnik, Isabel	69	Nadal, María.....	143
Braña, Antonio	117	Pascual, Francisco	193
Cámara, Lourdes	83	Peña, Sara	169
Cid, Pablo.....	109	Pérez, José Luis	193
Cisneros, Sara	91	Plaza, Ignacio.....	61
Concepción, Jesús de la.....	43	Polajnar, Mira.....	27
Dáder, Beatriz.....	203	Prieto, Ana	75
De Lara, Carlos Enrique	189	Requejo, M ^a Isabel.....	143
De Mingo, Alberto	117	Rodríguez, María.....	187
De Paz, Raquel.....	127	Romero, Carlos.....	5, 139, 157, 197
Decimavilla, Vanessa	173	Romero, Mario	193
Domínguez, Juan	95, 161	Romo, Clara.....	153
Espinosa-Franco, Alfonso	1	Ruiz de la Fuente, Aurora.....	149
Fernández M ^a Cristina.....	121	Salamanca, Susana.....	23
Fernández, Juan Gabriel.....	131	Saldaña, Beatriz.....	177
Frikha, Mohamed	105	Sánchez Carmen.....	27
Gallardo, Alba.....	9	Sánchez, Beatriz	153
Gallego, Nicolás.....	43	Sánchez, Guillermo	135
García, Cristina	187	Sánchez, Paloma	27
García, Fco. Javier.....	113	Sancho, Cristina.....	43
Garrido, Marta.....	183	Santacruz, Esther	187
Gil, Marina.....	31	Sanz, Lucía.....	177
Gili, Álvaro	17	Sidrach de Cardona, Sergio	201
Goenaga, Irantzu	211	Simón, Beatriz	203
Gómez, Sandra	183	Tajuelo, Alejandra	135
González, César	79	Torralba, Jesús M ^a	211
Grafulla, Carmen	39	Valdés, M ^a Magdalena	57
Guerrero, Silvia.....	49	Yáñez, Cristina.....	9
Kremer, María Carolina	165	Zapata, Alonso	109
		Zúmel, Laura	65